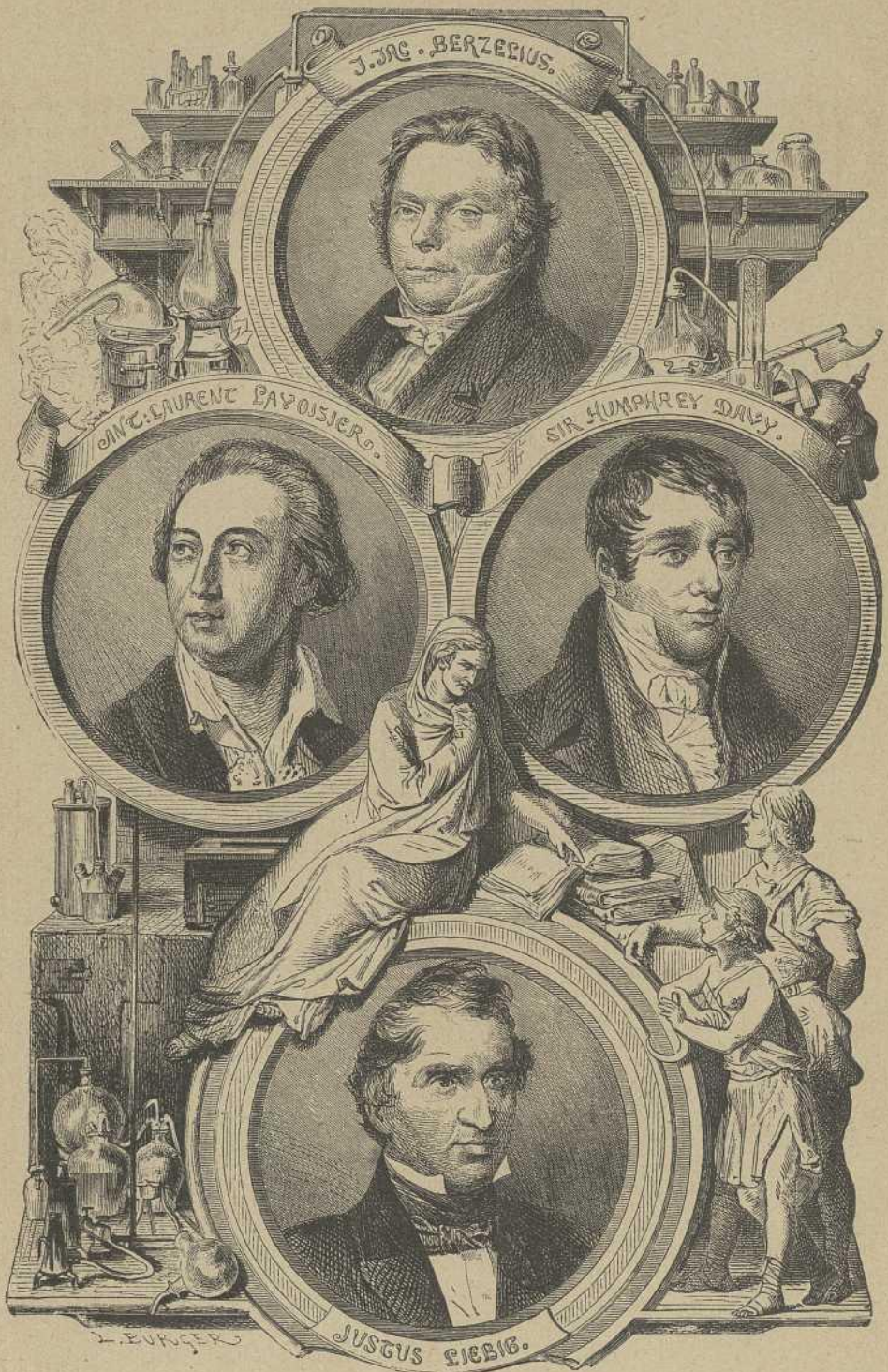
9762

FONDO ANTIGUO

LOS GRANDES INVENTOS

TOMO QUINTO


J. JAC. BERZELIUS.
ANT. LAURENT LAVOISIER.
SIR HUMPHREY DAVY.
JUSTUS LIEBIG.

Q/45081

FRANCISCO REULEAUX

LOS GRANDES INVENTOS

EN TODAS LAS ESFERAS DE LA ACTIVIDAD HUMANA Y SUS PRINCIPALES APLICACIONES CIENTÍFICAS, ARTÍSTICAS, INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DOMÉSTICAS

OBRA UTILÍSIMA PARA INGENIEROS CIVILES, MILITARES Y NAVALES, ARQUITECTOS, ARTISTAS, INDUSTRIALES, COMERCIANTES Y HOMBRES CIVILES, Y GUÍA DEL PROFESOR Y EL PADRE DE FAMILIA PARA LA EDUCACIÓN TÉCNICA Y CIENTÍFICA DE LA JUVENTUD

PRIMERA TRADUCCIÓN ESPAÑOLA, HECHA DE LA OCTAVA EDICIÓN ALEMANA

POR

FEDERICO GILLMAN

INGENIERO DE MINAS DE LA ACADEMIA DE FREIBERG

CON LA COLABORACIÓN DE OTROS DISTINGUIDOS PROFESORES

ILUSTRADA CON MÁS DE 5.000 GRABADOS INTERCALADOS EN EL TEXTO

Y PROFUSIÓN DE LÁMINAS EN NEGRO Y EN COLOR, ESTAMPADAS APARTE

TOMO QUINTO

CULTURA LEON

MADRID
HERNANDO Y COMPAÑÍA
Arenal, 11, y Quintana, 31 y 33.

Advertencia.

Nuestro propósito constante de propagar los conocimientos útiles, tan necesarios á la didáctica, como á la producción y vida de los pueblos, nos ha sugerido la idea de aumentar la extensión de nuestro Catálogo con la propiedad de la acreditada obra Los Grandes Inventos.

No había de sernos dudoso el crédito científico de esta obra, cuando la compilación de tan ricos caudales se debe al profesor Reuleaux, Director de la Escuela de Artes y Oficios de Berlín; á la colaboración de los concienzudos Doctores é Ingenieros Birnbaum, Gayer y Kirchhoff, Clemming, Schwartze, Mothes, etc., y á la versión castellana del Dr. Urios y Gras, con algunas adiciones y modificaciones de D. Federico Gillman.

Revisada la obra por nuestros encargados de la sección científica y literaria de la Casa, ha merecido el alto concepto á que es acreedora, por su clara exposición, sobriedad y rigurosa exactitud en los pormenores, y por su espíritu de novedad sancionada ya por las corrientes actuales.

Sin embargo, la encontrábamos algo deficiente en los conocimientos relativos al extenso campo de la electricidad y á los descubrimientos más importantes, realizados en la última veintena de este siglo; pero tal deficiencia no puede menos de ser justificada, si consideramos que la obra apareció antes de que los nuevos adelantos llegasen á ser del dominio científico. Para llenar este vacío añadimos á Los Grandes Inventos un volumen más, que constituirá el tomo IX, consagrado enteramente al estudio de la *electricidad* en todos sus ramos y aplicaciones generales.

¡Ojalá que nuestros esfuerzos satisfagan las necesidades discentes y que nuevos alientos de nuestras generaciones vayan sacudiendo la mortal decadencia que nos amaga!

Hernando y C.ª

Es propiedad.

Imprenta de E. Rubiños.

FRANCISCO REULEAUX

LOS GRANDES INVENTOS

EN TODAS LAS ESFERAS DE LA ACTIVIDAD HUMANA
Y SUS PRINCIPALES APLICACIONES CIENTÍFICAS, ARTÍSTICAS,
INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DOMÉSTICAS

OBRA UTILÍSIMA PARA INGENIEROS CIVILES, MILITARES Y NAVALES
ARQUITECTOS, ARTISTAS, INDUSTRIALES, COMERCIANTES Y HOMBRES CIVILES, Y GUÍA DEL PROFESOR
Y EL PADRE DE FAMILIA PARA LA EDUCACIÓN TÉCNICA Y CIENTÍFICA DE LA JUVENTUD

PRIMERA TRADUCCIÓN ESPAÑOLA, HECHA DE LA OCTAVA EDICIÓN ALEMANA

por

ENRIQUE URIOS Y GRAS

Doctor en Ciencias, Licenciado en Farmacia y Profesor auxiliar de Física en la Universidad de Zaragoza.

CON LA COLABORACIÓN DE OTROS DISTINGUIDOS PROFESORES

ILUSTRADA CON MÁS DE 5.000 GRABADOS INTERCALADOS EN EL TEXTO

Y profusión de láminas en negro y en color, estampadas aparte.

TOMO QUINTO

MADRID
GRAS Y COMPAÑÍA, EDITORES
Plaza de Santa Bárbara, núm. 2.
1889

Es propiedad de los Editores, con arreglo á la ley vigente.

Imprenta de E. Rubiños, plaza de la Paja, 7 bis.—Teléfono 486.

QUÍMICA

DE LA

VIDA DIARIA

INTRODUCCIÓN

VAMOS á conducir á nuestros amables lectores por entre las enramadas de un jardín radiante de hermosura. El ambiente, antes bochornoso, ha sido refrescado por una tempestad, y todavía tiemblan pendientes de las ramas algunas gotas de lluvia que descomponen en haces de luz los últimos rayos del sol poniente. La Naturaleza toda parece que respira anhelosa aquel aire tranquilo y embalsamado con los aromas de las flores; las semillas se apresuran á germinar, y los brotes se desarrollan rápidamente. Nunca ha presentado la rosa colores más brillantes; nunca se ha visto más ufanoso y gentil sobresalir el jazmín por entre las verdes hojas. La sensibilidad y la vida, suspendidas durante las horas cálidas del día, agitan á

la Naturaleza en suaves pulsaciones. Por entre la hierba que cubre el suelo se destaca el gusano de vivos reflejos, y el sonoro canto del ruiseñor despierta en nuestra alma impresiones de grata melancolía. Los hilos de nuestra vibrante sensibilidad se adhieren con fuerza á la hoja marchita que se desprende del árbol, mientras que nada les retiene sobre el más límpido cristal ni la piedra preciosa de más puros colores. ¿A qué obedece esto? Cierto es que el cristal nada siente; pero tampoco siente la materia vegetal, y menos después de muerta. Sin embargo, nos hallamos ligados á esta última por algo que nos habla de vida, en tanto que subsista una sola célula y hasta que sea restituída por completo al reino mineral ó inorgánico la sustancia que contiene.

Los límites entre lo organizado y lo no organizado: he aquí el gran abismo de la Naturaleza, el escollo que nuestra ciencia jamás podrá salvar, por más datos y antecedentes que para ello reuna, y que, cual una vesícula de agua bajo el filo de una hoja cortante, separa el espíritu de la materia, cuya sublime asociación puede sólo dar origen al inmenso mar de la vida. La lente á través de la cual pudieran observarse los movimientos iniciales, la primitiva y misteriosa causa del vivir, ni se ha tallado hasta el día. ni podrá tallarse nunca.

El cristal y la célula son las formas elementales del mundo inorgánico y orgánico respectivamente. Forzoso será contentarse con la noción de su existencia, toda vez que no se ha conseguido todavía observar su generación de la materia informe, y menos medir las fuerzas que entran en juego para formarla, bien determinando condiciones adecuadas, bien tomando parte activa en dicha generación y adoptando, por consecuencia de su transformación, formas conocidas de la energía. Hay que advertir que al establecer esta comparación entre la célula y el cristal, no nos referimos á los cristales que encontramos en la Naturaleza ó producimos en nuestros laboratorios, y que son ya resultado de un crecimiento gradual; sino que deben más bien entenderse por tales los primitivos agrupamientos moleculares en que se asocia la materia homogénea formando el individuo mineralógico. En efecto; un cristal de alumbre, tal como los que manejamos diariamente, representa la misma ley, la acción de idénticas fuerzas que entran en juego en el más pequeño octaedro molecular de la misma sustancia; pero el primero es todo un edificio, que puede aún crecer indefinidamente, sin que por ello se le pueda dotar de propiedad alguna que no exista ya en el segundo.

Desde este mismo punto de vista se distingue esencialmente la célula del cristal; verdad es que también la célula se produce por una atracción especial que determina la agrupación en ella de materia homogénea; pero el edificio construído así en este caso tiene una condición particular característica; crece, pero, al crecer, no sigue siendo la misma célula que sólo haya cambiado en su tamaño; cada célula es solamente una piedra en este edificio, el cual cambia

también constantemente por la adición sucesiva de nuevos elementos, hasta alcanzar un punto culminante, el cual corresponde del modo más perfecto á una idea, en relación con las circunstancias de su origen. El cristal no tiene límite alguno en su crecimiento; existen cristales de sílice tan pequeños, que sólo podemos reconocerlos mediante lentes de aumento, y otros cuyo peso alcanza miles de libras, y todavía nada esencial se opondría á que pudiera reunirse en ciertas circunstancias toda la sílice de la tierra en una doble pirámide hexagonal, cuyas dimensiones excederían, con mucho, á las de la Luna. Por otra parte, el cristal de mayor tamaño nada diría á nuestra inteligencia de nuevo con respecto al cristal más diminuto; no le aventajaría lo más mínimo en perfección; mientras que, por el contrario, desde la semilla hasta la flor y el fruto, el edificio orgánico recorre sucesivamente fases de categoría cada vez más elevada. En el cristal se hallan equilibradas las fuerzas físicas y químicas, de suerte que puede permanecer millones de años en el mismo estado, siempre que no actúen sobre él influencias externas perturbadoras; no sufriendo metamorfosis alguna en su desarrollo, su duración no se halla sujeta á plazo. En la célula, por el contrario, las fuerzas están siempre en acción; de suerte que la materia impulsada, contenida y acondicionada mediante la luz, el calor, la electricidad y la afinidad química, se mueve dentro de un círculo, en el que la criatura corpórea, aislada, representa, sin duda, un fin; pero que mediante la propagación de la forma mantiene, al propio tiempo que lleva con ella un fin más elevado, la idea.

Los elementos del mundo orgánico.—Al establecer un paralelo entre el mundo orgánico, infinitamente rico en formas de variedad inagotable, y las formas del reino mineral, investigando, con el solo auxilio del análisis químico, los elementos ó cuerpos simples de que unas y otras sustancias están constituídas, nos encontramos con el resultado admirable de que la Naturaleza animada ó viva no ha empleado más que unos seis de aquellos elementos para constituir sus tejidos y órganos más complejos, mientras que la serie toda de los sesenta cuerpos simples, próximamente conocidos, sólo existe en la materia inanimada ó mineral.

El carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el azufre y el fósforo forman todos los productos animales y vegetales, á veces combinados los seis entre sí, pero más generalmente en combinaciones parciales. A ellos hay que agregar algunos ácidos y bases alcalinas, térreas y metálicas, cuyas sustancias, aunque necesarias para el desarrollo de algunos seres organizados, no forman parte, sin embargo, de las combinaciones orgánicas propiamente dichas; más bien favorecen su formación y juegan, por tanto, el papel de obreros, mejor que el de material de construcción; tal vez se sospechará también, á primera vista, que el número de los elementos llamados por lo general inorgánicos, y que intervienen en la forma indicada en la vida orgánica, es mucho mayor de lo

que admitimos ordinariamente; pero trabajos muy exactos acerca de las cenizas de los vegetales, han demostrado que esta sospecha sólo tiene fundamento en casos muy limitados. En efecto, se ha dicho: demostrado que el ácido silícico, el cloro de la sal común y el yodo son indispensables para ciertas plantas bien determinadas, y que el hierro, la cal, la magnesia y potasa, juntamente con los ácidos fosfórico y sulfúrico, son alimentos necesarios á todas las plantas, ¿por qué se han de omitir otros elementos de igual modo difundidos en el reino vegetal y que probablemente ejercerán su influencia bienhechora sobre algunas de sus formas? En rigor se ha demostrado, en efecto, la existencia en ciertas plantas, aunque en pequeñas cantidades, de algunos otros elementos, v. gr.: manganeso, cobre, litio, cesio y rubidio; pero, en todo caso, con el descubrimiento de estos últimos puede muy bien considerarse agotado el número de los que forman parte integrante de los vegetales; y aunque se demostrara la presencia de todos los elementos en jugos vegetales ó animales, siempre habría que considerar los seis antes citados como los verdaderos constituyentes de la naturaleza orgánica, pues sin ellos no se concibe la vida; mientras que sin todos los restantes podría subsistir perfectamente, aunque sufriera alguna modificación, todo lo perteneciente al reino orgánico.

Los materiales inorgánicos que suministran estos elementos, y á partir de los cuales, mediante impulsos desconocidos, penetran en el circuito de la vida ó se organizan, son el *agua*, el *anhidrido carbónico*, el *amoniaco* ó el *ácido nítrico*, el *ácido fosfórico* y el *ácido sulfúrico*.

El *anhidrido carbónico* consta, según ya sabemos, de carbono y oxígeno, contenidos precisamente en proporción de dos átomos de oxígeno por un átomo de carbono. Esta combinación, representada por la fórmula CO_2, es la que contiene al carbono unido á la mayor cantidad posible de oxígeno. Se origina, conforme hemos tenido ya con frecuencia ocasión de advertir, por la combustión del carbono ó de los cuerpos que lo contienen, y la circunstancia de encontrarlo en el aire que exhalan nuestros pulmones durante la espiración en mayor proporción en que lo contiene el aire aspirado, autoriza para suponer que la transformación de la sangre en los pulmones tiene cierta analogía química con el fenómeno de la combustión directa de las sustancias carbonosas. En efecto; ambos hechos descansan sobre una absorción de oxígeno del aire atmosférico; y si en uno de los casos, cuando la combustión va acompañada de llama, observamos un desprendimiento de cantidades considerables de calor, mientras que en el otro sólo se producen débiles elevaciones de temperatura, cuya percepción puede escapar fácilmente á una observación superficial, en los dos fenómenos se cumple una misma acción química, aunque con intensidades muy diferentes. Pero una cantidad constante de carbono, al combinarse con el oxígeno, sea en una ú otra forma, siempre desarrolla exactamente la misma cantidad de calor, ó, lo que es igual, la misma capacidad de

trabajo, y la diferencia sólo estriba en el tiempo invertido en la oxidación.

No existe ninguna combinación del carbono más rica en oxígeno que el anhidrido carbónico, ni tampoco compuesto carbonado alguno que se ofrezca como éste en la Naturaleza tan esparcido y en proporción tan constante para servir de punto de partida á la formación de la capa vegetal, en cuyo verdor se recrea nuestra vista hasta los límites de las nieves perpetuas. Del anhidrido carbónico tienen que originarse, por lo tanto, los compuestos orgánicos, en todos los cuales está contenido el carbono, y esta generación sólo puede verificarse por sustracción de oxígeno ó reducción. En efecto; cualquiera que sea la materia orgánica que consideremos en primer término originada, partiendo del anhidrido carbónico, ha de contener por fuerza el carbono unido á una proporción de oxígeno menor que aquel gas, y al fijarse el carbono en los órganos de las plantas, tiene que desprenderse, en su consecuencia, una parte del oxígeno eliminado. Las funciones de los vegetales nos ofrecen una prueba directa de lo que acabamos de decir. En las plantas tiene lugar un proceso de ósmosis gaseosa con el aire atmosférico, semejante á los fenómenos de respiración en los animales, á través de multitud de órganos microscópicos situados en la superficie de todas su spartes verdes, y llamados *estomas*. Los vegetales retienen el anhidrido carbónico del aire introducido como material precioso para la formación de su propia sustancia, mientras que devuelven á la atmósfera oxígeno junto con vapor de agua, y el nitrógeno que había penetrado y que en esta forma constituye para ellos materia que no pueden asimilarse. Esta absorción de ácido carbónico y devolución de oxígeno al aire, tienen lugar durante el día y con mayor intensidad bajo la influencia directa de la luz solar: durante la noche, por el contrario, se verifica un fenómeno inverso, esto es, hay absorción de oxígeno y desprendimiento de ácido carbónico, si bien en grado menor. Para mostrar el desprendimiento de oxígeno por las plantas, podemos colocar un puñado de hierba bajo una campana invertida en una vasija con agua y llena de agua ella misma, exponiéndola á los rayos del sol. Al poco tiempo se ven ascender burbujitas, que parten de las diferentes ramas, y vienen á llenar gradualmente la parte superior de la campana con un gas que puede demostrarse que es oxígeno puro, en virtud de su acción sobre los cuerpos en combustión y las demás reacciones que le caracterizan.

La absorción de carbono del aire atmosférico dura mientras tanto que vive la planta, y podemos calcular la cantidad sustraída en esta forma á la atmósfera de una de sus partes componentes, teniendo en cuenta que la cantidad de carbono producida—término medio—durante un año por una hectárea de terreno cubierta de vegetación, bien sea prado, cereales ó bosque, asciende á unos dos mil kilogramos. Estos cuarenta quintales estaban antes contenidos en la atmósfera en estado de anhidrido carbónico, y hay que atribuir forzosamente al aire una condición circulatoria tal, que semejante sustracción no le

haga sufrir cambio alguno esencial en la proporción de los elementos en cuyo seno vivimos. Pero nada más infundado que cualquier temor acerca del particular; pues no sólo la masa de aire que gravita sobre un país meridional podría suministrar el triple de dicha cantidad de carbono transformada en materia vegetal durante un año, sino que la producción ininterrumpida de anhidrido carbónico, á que antes hemos hecho referencia como consecuencia de la oxidación de los cuerpos carbonosos, proporciona una compensación exacta á aquella pérdida. La respiración de los hombres y animales, las putrefacciones, fermentaciones y combustiones de los cuerpos orgánicos, son procesos que se fundan en la combinación de carbono y oxígeno, y suministran á la atmósfera una provisión continua de ácido carbónico.

Los carbones fósiles acumulados bajo la superficie de la tierra, residuos de vegetaciones correspondientes á épocas pasadas, hacen suponer que en otros tiempos la riqueza de la atmósfera en anhidrido carbónico era superior á la actual, puesto que todo el carbón que hoy desenterramos en forma de turba, lignito y carbón de piedra, devolviéndolo así al circulo de la vida orgánica, debió encontrarse antes en estado gaseoso en el aire, formando anhidrido carbónico: sin embargo, no es completamente preciso deducir de este hecho una diferencia tan notable en la composición de la atmósfera con respecto á la actual; pues aparte de los manantiales indicados de ácido carbónico, existe también otro de intensidad variable en la descomposición del carbonato cálcico, como sin duda ha tenido lugar en el interior de la tierra, efecto de acciones volcánicas, y podría de nuevo verificarse en un momento dado. De aquí que no pueda en modo alguno suponerse, como algunos hacen, que con la aparición del hombre sobre la tierra haya quedado establecida para siempre una composición invariable de la atmósfera en cuanto á la proporción de oxígeno y de anhidrido carbónico; pero si bien estos cambios en las condiciones fundamentales de la vida orgánica no pertenecen realmente á la categoría de lo imposible, tampoco existe el menor fundamento para anunciar su producción en lo porvenir; y aun en todo caso, no es probable que alteraran muy profundamente el estado actual de las cosas.

Con el carbono, es elemento integrante de toda sustancia orgánica el hidrógeno. Los vegetales, á los que hay que referirse en primer término al estudiar la organización de la materia, toman el hidrógeno del agua, del mismo modo que el carbono del anhidrido carbónico. Hasta hoy no se ha podido poner en claro la especie de labor que las células ejecutan en el interior de los tejidos vegetales con el agua y el anhidrido carbónico, y qué productos son los que se originan en primer término para formar después otros más complejos, mediante nuevos trabajos de condensación ó agregación molecular. Sin embargo, las últimas investigaciones de Mori han dado gran verosimilitud á una hipótesis propuesta por Baeyer, según la cual,el anhidrido carbónico absor-

bido en presencia del agua y bajo la influencia de la luz, se descompondría de suerte que se originara aldehido fórmico y oxígeno libre, conforme á la ecuación: $CO_2+H_2O=CH_2O+O_2$. El aldehido fórmico sería, pues, el primer compuesto de carbono, hidrógeno y oxígeno, del cual se derivarían los demás principios inmediatos vegetales, mediante nuevas combinaciones y sustituciones. Mori ha conseguido, efectivamente, demostrar la presencia de un aldehido mediante las reacciones conocidas con la disolución amoniacal de óxido de plata, ó el sulfito de rosanilina, en todas las plantas de diferentes tamaños sobre las cuales ha experimentado, y en tanto que tenía lugar la asimilación de anhidrido carbónico por la influencia de los rayos del sol; en cambio estas reacciones no daban resultado cuando las plantas permanecían largo tiempo en la oscuridad.

Ahora bien; si el anhidrido carbónico suministra á las plantas el carbono, el agua les suministra hidrógeno, y el oxígeno está igualmente contenido en ambos alimentos, se preguntará tal vez: ¿de dónde procede el nitrógeno, este cuarto elemento orgánico sin el cual no es posible el desarrollo de los vegetales? En apariencia, la atmósfera ofrece un manantial de nitrógeno, sin duda bastante abundante, puesto que el aire se halla constituído por este elemento en sus cuatro quintas partes; pero, en realidad, para la vida orgánica este nitrógeno es lo mismo que las frutas ó manjares pintados para un hambriento. En estado libre y dotado de escasas afinidades para con los demás elementos, ni se asimila directamente al carbono ni á ningún otro de los que forman la materia orgánica; se necesita nada menos que un rayo para que el nitrógeno, el oxígeno y el hidrógeno se unan formando ácido nítrico, que se engendra efectivamente por este medio en la atmósfera, de suerte que puede reconocérsele, aunque en pequeñas cantidades, en toda lluvia tempestuosa. Una vez en combinación el nitrógeno con otros elementos, adquiere ya aptitud para tomar parte en la circulación de la materia; en una palabra, se ha hecho activo, y bien lo demuestra la bienhechora influencia que ejercen como abono sobre el desarrollo de los vegetales, el salitre, nitrato cálcico y otros cuerpos de composición semejante.

Pero por más que el ácido nítrico, reproducido de un modo constante en la atmósfera, fuera sustraído en una forma cualquiera al aire que nos rodea y al agua en la que se disuelve, lo cual realizan muy probablemente las plantas, no es posible atribuir simplemente á la absorción y descomposición del ácido nítrico el origen de todo el nitrógeno que existe en las semillas, las flores y en multitud de otros productos vegetales. En una proporción mucho más considerable concurre también á suministrar á las plantas su nitrógeno, otro compuesto de este elemento, el *amoniaco* (un átomo de nitrógeno con tres de hidrógeno), cuyo cuerpo, por otra parte, sólo puede originarse de sustancias orgánicas nitrogenadas.

El amoniaco se halla también en el aire, tanto en estado libre como en combinación con el ácido carbónico, y disuelto en el agua que se condensa, cae sobre la superficie de la tierra. Recorre un ciclo que corresponde exactamente al del anhidrido carbónico, pues una vez enlazado su nitrógeno en las plantas, mediante reacciones diversas, con los principios inmediatos propios de sus respectivos tejidos, pasa al reino animal como parte integrante de las principales sustancias alimenticias (glúten, albúmina vegetal, caseína, etc.), ó bien sufre las consecuencias de una putrefacción de la materia vegetal misma. En el primer caso, es utilizado el nitrógeno para la formación de la sangre, fibrina, tendones, ligamentos, etc.; pero como el cuerpo de los animales se renueva de continuo, sus partes componentes se eliminan á medida que se introducen nuevos materiales en los alimentos. La materia córnea, el pelo, las uñas, son ricas en nitrógeno, y la orina contiene mucho ácido úrico, cuyo componente principal es también el nitrógeno. Cuando tales cuerpos nitrogenados experimentan la putrefacción, el olor característico que desprenden y que se debe al amoniaco, muestra que el nitrógeno se transforma de nuevo en el mismo cuerpo y viene así á mezclarse con el aire en el mismo estado en que fué absorbido por los vegetales. Amoniaco, anhidrido carbónico y agua, que son tres materiales inorgánicos de construcción para la vida orgánica, se separan de los productos formados por ella, cuando éstos entran en descomposición.

Al lado de los elementos que, como hemos insinuado antes, forman la mayor parte de las combinaciones orgánicas, encontramos otros dos, no menos importantes que los anteriores, por más que no sobresalgan tanto en la composición de aquéllas, á saber: el azufre y el fósforo, cuyo origen y cuya circulación en la naturaleza animada podemos seguir paso á paso, conforme hemos hecho con los anteriores. Penetra el primero, probablemente, en estado de sulfato amónico, en los jugos vegetales, para contribuir á la formación de la sustancia más importante en todo organismo, la albúmina, de la cual se origina luego otra multitud de combinaciones; el otro, el fósforo, es absorbido en el fosfato ácido de calcio, y su asimilación á la materia orgánica va acompañada igualmente de un desprendimiento de oxígeno. Por la descomposición de estas combinaciones se separan los elementos en cuestión, bien en estado de anhidrido sulfuroso, ácidos fosforoso ó fosfórico, ó bien, como sucede en las putrefacciones, en combinación con el hidrógeno en estado de hidrógeno sulfurado ó hidrógeno fosforado. Así, pues, no toman directamente sus formas primitivas de combinación al abandonar el terreno fecundo de la organización y de la vida, diferenciándose á este respecto del agua, del anhidrido carbónico y del amoniaco, que son verdaderas ondas de vida y muerte, entre las que atraviesan durante cortos intervalos de tiempo existencias variadas, que, sin embargo, envuelven en sí toda dicha, toda pena, toda ilusión, así como también toda idea, todo conocimiento y toda ciencia.

Causas de la organización de la materia.—Preguntamos ahora: ¿qué fuerza produce esa profunda y tan maravillosa transformación de la materia que bajo una forma, en estado gaseoso ó formando con la cal y el gas clorhídrico, la piedra caliza ordinaria ó la sal amoniaco, no puede pretender situación alguna de mayor categoría con respecto á sus propiedades físicas y químicas, mientras que en la otra, por el contrario, se ofrece llena de vida, sensibilidad y de pasión, aparentando oponer una voluntad libre contra las más poderosas fuerzas, no ya recibiendo movimiento del exterior, sino comunicándolo á partir de su propio ser, en formas sorprendentes y encantadoras, dominando hasta cierto punto el espacio y el tiempo y actuando de un modo distinto á la simple atracción ó repulsión directa de la materia que bien enlaza unos con otros los astros, ó bien puede hacer entrar en combinación un ácido con una base, pero que no puede elevarse por sí misma hasta la apreciación del tiempo de las revoluciones de aquéllos ó al establecimiento de deducciones cualesquiera acerca de las reacciones químicas? Al investigar las causas de la organización de la materia, nos encontramos en los primeros umbrales de ese oscuro recinto que separa el espíritu de la materia. Cuanto se ha hecho hasta hoy para transponer esta línea divisoria, límite de nuestros conocimientos, no ha dado por resultado otra cosa que un puente puramente ideal ó ilusorio á través de dicho abismo. Semejante proceder pudo satisfacer en otras épocas, de suerte que los espíritus sencillos se han limitado realmente á admitir una fuerza que para abreviar se llamaba *fuerza vital*, y que hasta estos últimos tiempos servía para encubrir todo lo que no se podía explicar; pero nadie comprendía ó quería comprender que esta fuerza vital no era más que una palabra vacía de sentido; nadie intentaba, ni era posible en modo alguno intentarlo, establecer la significación precisa y bien determinada de dicha frase. Ahora bien; con sólo un nombre nada se profundiza en el conocimiento de la esencia de una cosa, de su forma y manera de ser. Entretanto, resultaba muy cómodo, mediante esta frase desprovista de toda significación, eludir cuestiones arduas; mucho más fácil, aunque no tan conveniente, como poner en su lugar hechos de experiencia y pruebas evidentes de una explicación racional: y de aquí que la fuerza vital permaneció entronizada á través de varias generaciones.

Hoy sabemos, sin embargo, que no puede existir tal agente especial, en el sentido que la física atribuye al concepto de *fuerza;* pues siendo sólo concebibles en su conjunto los fenómenos del mundo inorgánico, admitiendo una íntima analogía, ó más bien una identidad completa en la naturaleza fundamental de las causas de movimiento, ó sea de *las fuerzas*, y estando en parte demostrada por hechos reales y positivos esta identidad de todas las causas creadoras y destructoras en el reino de lo inanimado, y en parte justificada por la hipótesis de la armonía en las leyes de la naturaleza la generalidad de sus consecuencias matemáticas, no debemos pensar en una excepción á esta gene-

ralidad para el momento en que fuerza y materia concurren á producir una forma organizada.

Las mismas leyes, las mismas fuerzas, atracciones ó causas que se manifiestan en las formas planetarias de la materia cósmica, en la misteriosa aurora boreal que parece agitar en una sensación particular la masa de la tierra entera; que enlazan los satélites á los planetas, los planetas á las estrellas y á éstas entre sí, y nos ponen en comunicación, mediante el movimiento ondulatorio luminoso, con las pléyades de cuerpos celestes que forman la vía láctea; que nos hacen considerar todo lo existente simplemente como la destrucción de un grandioso estado de equilibrio, cuyo restablecimiento gradual se propaga en la inmensidad del espacio mediante una radiación calorífica que tiende sin cesar á igualar las temperaturas, y que cuando haya dado fin á todo contraste, á todo desequilibrio, condición indispensable del movimiento ó fenómeno material, devolverá el reposo á la materia y el descanso á las fuerzas, esas mismas causas deben ser también las únicas á las que deba su existencia orgánica la humanidad, á pesar de todo su orgullo y presunción.

Y si bien no se ha llegado todavía á determinar, mediante la balanza, en qué proporción actúan las fuerzas físicas, de las cuales podemos considerar el calor como expresión general, al organizar la materia, en cambio, si midiéramos toda la cantidad de fuerza que ha actuado en parte como luz, en parte como calor, en parte como fuerza de combinación química para la construcción de los diferentes órganos, la formación de la celulosa, fécula, azúcar, ácidos, etc.; si pudiéramos medir, decimos, todas estas cantidades de fuerza, y compararlas, finalmente, con la cantidad de calor que la planta, ya formada, puede desprender por su combustión, dando origen á anhidrido carbónico, agua y amoniaco, comprobaríamos el resultado importantísimo de que *la suma de fuerza invertida en la formación de la planta*, á partir de sus elementos inorgánicos, *es exactamente igual á la cantidad de fuerza que podemos recobrar de nuevo en estado de calor por la combustión del vegetal.* Con arreglo á la ley de la transformación de la energía, sobre la cual hemos hecho ya algunas consideraciones aclaratorias en el tomo II, las diferentes formas de la misma, luz, electricidad, magnetismo, etc., no sólo pueden sustituirse unas á otras cualitativamente, sino que esta sustitución corresponde á un valor equivalente, que puede medirse, lo cual ha conducido á establecer las acciones caloríficas cuya medición es relativamente más cómoda, como una escala de comparación en los cálculos y experiencias de la Física.

Este acuerdo de los resultados con respecto á la ley de la conservación de la energía, entraña indudablemente la consecuencia de que lo que antes se llamaba fuerza vital, no es otra cosa que una modalidad en la que se nos presenta la fuerza que actúa por doquier en la Naturaleza, y que si no coincide con una de aquellas apariencias conocidas, luz, calor, etc., puede, en cambio,

adoptar una de estas modificaciones, en las que la energía se hace perceptible á nuestros sentidos. Tal vez no transcurra mucho tiempo sin que la Química nos dé una prueba de lo dicho.

Para los que no pueden abarcar fácilmente una concepción matemática de las cosas, tal como la trazada en las anteriores líneas, y que arroja mayor claridad sobre la sublime armonía del Universo que cualquiera otra más ó menos brillante y poética, ocurre ahora preguntar: y si las investigaciones científicas conducen á resultados que autorizan á atribuir el misterio de la generación de formas orgánicas á las fuerzas conocidas por los físicos y sujetas á su estudio y medida, ¿cómo no se pueden producir también los mismos organismos mediante el empleo de esas fuerzas físicas? Pero esta pregunta es capciosa, por más que con frecuencia se ha puesto sobre el tapete y se ha intentado darle contestación. Porque haya quien analice los sonidos musicales y nos demuestre en qué consiste que un acorde es grato y otro disonante, ó bien intente explicar de qué modo una melodía da ocasión á efectos de sensibilidad de naturaleza perfectamente determinada y enlazada con la esencia de la melodía misma, y por qué una sinfonía excita vivamente nuestro espíritu, mientras otra nos sume en un estado elegiaco, ¿se tendrá por esto derecho á exigir que el mismo individuo produzca también toda una obra musical de acción determinada? No, seguramente. El conocimiento de los medios no significa capacidad para emplearlos del modo más perfecto posible en la realización de los fines más sublimes. Este es el límite.

Hoy han conseguido los químicos formar por ciertos métodos, y mediante elementos inorgánicos, compuestos orgánicos idénticos á los que produce la vida animal y vegetal. ¡Cuánta admiración se produjo en el mundo químico cuando Liebig y Woeler consiguieron obtener artificialmente una sustancia, la úrea, que hasta entonces sólo era conocida como producto de desasimilación animal! Poco después se sabía preparar también artificialmente otros cuerpos pertenecientes á los reinos animal y vegetal, entre ellos los ácidos fórmico, oxálico, benzoico, cinámico y otros; el índigo artificial, la alizarina y purpurina, la venenosa muscarina contenida en los hongos y setas, y muchos más ejemplos que podríamos citar; pero aunque por los aludidos métodos sintéticos podamos producir á voluntad compuestos orgánicos, ni el arte ni la ciencia humana han llegado á formar con las materias y fuerzas elementales un solo individuo organizado.

Las ciencias naturales pueden, por lo tanto, estudiar solamente, por una parte, las sustancias y combinaciones formadas durante el crecimiento ó decrecimiento de las plantas y animales, es decir, durante su vida, y por otra, las condiciones bajo las cuales tienen lugar su producción y transformaciones.

Dedicaremos, pues, en esta introducción, algunas palabras á los principales de los puntos indicados.

Compuestos orgánicos.—Hemos visto anteriormente que los principales alimentos de las plantas consisten en agua, anhidrido carbónico y amoniaco ó también ácido nítrico, á los que hay que agregar algunas otras diferentes especies minerales, variables según la naturaleza de las plantas, y que suministran los elementos inorgánicos necesarios. Entre ellas tienen importancia especial las que proporcionan el azufre y el fósforo.

El tejido vegetal está constituído principalmente por un cuerpo designado por lo común con el nombre de *celulosa*. Por cocción en agua de algodón, hilo ó cáñamo y eliminación de sus componentes solubles, quedan reducidas esas sustancias á celulosa casi completamente pura. Este cuerpo contiene sólo carbono, hidrógeno y oxígeno, de manera que los vegetales pueden llevar á cabo su crecimiento actuando no más sobre los componentes del agua y el anhidrido carbónico. El tejido vegetal, cuya importancia práctica se comprende fácilmente, puesto que encuentra aplicación á innumerables usos, bien en la madera, en la paja, en las fibras textiles, etc., no es menos interesante desde el punto de vista científico, pues constituye uno de los ejemplos más notables de isomeria, mostrando cómo unos mismos elementos químicos combinados entre sí en proporciones exactamente las mismas, pueden, sin embargo, dar origen á productos completamente diferentes por sus propiedades. Desecada al aire la fibra vegetal, contiene, para doce átomos de carbono, veinte de hidrógeno y diez de oxígeno; composición idéntica á la del almidón y la goma vegetal. Pero estas últimas sustancias son, por su solubilidad en el agua, más particularmente aptas para transformarse en otras combinaciones, siendo muy probable que los vegetales sólo puedan originar la materia textil necesaria para su crecimiento, primeramente en su forma soluble, por transformación del azúcar, que sólo se diferencia del almidón por contener en algo mayor proporción los elementos del agua.

La materia celulosa se encuentra en todas las partes de las plantas; el almidón, la goma y el azúcar, en la inmensa mayoría de ellas, y, á menudo, adoptando formas muy diversas entre sí; así, por ejemplo, se distinguen la goma arábiga y la dextrina, el azúcar cristalizable tal como se obtiene de la caña de azúcar y de la remolacha, y el azúcar incristalizable, que se encuentra junto al anterior en las plantas, pero que puede también obtenerse con el azúcar cristalizable por medio de los ácidos, cuyos isómeros se diferencian entre sí por algunas propiedades esenciales.

Si, pues, por la separación parcial de algunos de sus elementos, y aun sólo un cambio en la posición de los átomos, permaneciendo la misma composición química, se pueden originar tan múltiples y diferentes combinaciones, resulta bien evidente que el número de los cuerpos orgánicos podrá aumentar hasta el infinito cuando intervengan todavía en su formación otros elementos, además de los cuatro principales: oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y carbono.

Ya conocemos dos de esos elementos, el azufre y el fósforo; pero además hay un gran número de ellos que, si bien no contribuyen directamente en la Naturaleza á los fines de la vida vegetal y animal, pueden hacerse entrar á formar parte de los cuerpos orgánicos por medio de combinaciones, según los métodos de la química. En este concepto, merecen mención especial, por su gran flexibilidad de acción, el cloro, yodo y bromo. Ahora bien: si queremos abarcar desde un punto de vista general los productos de la actividad vital orgánica, y los que tienen constitución análoga á éstos y pueden obtenerse por el químico en su laboratorio, encontraremos como circunstancia característica que, mientras en la química de la Naturaleza inorgánica se nos ofrecen combinados los elementos por dos, tres, ó á lo más cinco ó siete átomos en la molécula, aquí el número de estos átomos asciende con frecuencia á treinta ó más; así, aunque siempre maraville la riqueza de la Naturaleza orgánica, llega, sin embargo, á concebirse como resultado de la complejidad de sus causas generadoras. Sobre los sesenta y cuatro cuadros de un tablero de ajedrez puede verificarse un número inmensamente grande de jugadas distintas con los peones, alfiles, caballos, torres, reinas y reyes. Pues bien; de un modo análogo, un número reducido de elementos puede originar también productos infinitamente numerosos por la diversidad de las proporciones atómicas según las cuales se combinan entre sí, ó la diversidad en el agrupamiento de los mismos átomos.

Hemos admitido que dichos productos podían considerarse de un modo algo diferente que los de la química inorgánica, y realmente la ciencia ha adoptado hasta hoy el mismo punto de vista, puesto que admite una química orgánica y una química inorgánica. Sin embargo, como sucede en general en cuanto se refiere al estudio de Naturaleza, también parecen irse borrando en esto las líneas divisorias á medida que se progresa en el conocimiento de las causas y de su correlación. Bien sea la combinación del hierro con oxígeno, bien del carbono con hidrógeno, para el químico el proceso debe ser en último resultado completamente análogo, careciendo de toda significación importante la designación respectiva de inorgánico ú orgánico. La generación artificial de los llamados compuestos orgánicos, partiendo de combinaciones sencillas, señaladamente inorgánicas, es la prueba mejor de nuestro aserto, y tales hechos nos hacen comprender con satisfacción que esta rama de las ciencias naturales, hoy todavía subdividida en varias otras, se acerca rápidamente á un fin de superior belleza y perfección, á una síntesis más completa de los fenómenos naturales.

De aquí que no debe sorprendernos tampoco si al ocuparnos respectivamente de las combinaciones químicas originadas en los reinos vegetal y animal, ó de los productos orgánicos engendrados en los laboratorios por medios artificiales, nos encontramos indistintamente siempre en presencia de los

mismos rasgos característicos del fenómeno de combinación, que hemos convenido en designar con la frase «afinidades químicas». Tropezaremos con sustancias dotadas de propiedades básicas, y con otras de propiedades ácidas, y no sólo observaremos que unas y otras tienden á reaccionar originando cuerpos salinos, sino también que cada una de ellas puede verificar esta misma reacción con sustancias de la especie correspondiente y pertenecientes al reino mineral, de suerte que los ácidos ó bases orgánicos é inorgánicos se sustituyen mutuamente. Por otra parte, encontraremos sustancias que se manifiestan por completo indiferentes en presencia de ciertas otras en cuanto á su capacidad para contraer con ellas nuevas combinaciones, y que nos ofrecerán particular interés por sus productos de descomposición. De este grupo son principalmente los materiales que sostienen la admirable renovación en la masa de los seres organizados, y de algunos de los que tendremos ocasión de ocuparnos detalladamente, pues que juegan un papel principalísimo en el estudio de los alimentos; pero antes dirijamos una rápida ojeada sobre los ácidos y bases orgánicos.

Los *ácidos orgánicos* se revelan ya en muchas sustancias vegetales por su sabor. Si se mascan las hojas de la acedera (*oxalis acetosella*), ó se prueba el jugo recientemente extraído del limón sin madurar, etc., se percibe en la lengua una impresión de sabor marcadamente ácido. En el fondo las vasijas en que se deja fermentar el mosto, se produce un depósito, el llamado *tártaro*, del cual, tratándolo por ácido sulfúrico, se puede separar un cuerpo muy particular cristalizable y de sabor agrio, cuyas propiedades todas permiten caracterizarlo como un verdadero ácido: se le ha dado el nombre de *ácido tartárico*, y en el tártaro forma con el potasio una sal ácida, el *tartrato ácido de potasio*.

De la misma manera, ó de un modo análogo que el ácido tartárico, pueden también extraerse otros ácidos orgánicos de los jugos de diferentes partes vegetales, particularmente de los frutos (así, de las acederas se extrae el *ácido oxálico;* de los limones, el *ácido cítrico*, etc., etc.): otros no se forman sino por efecto de la descomposición química de sustancias orgánicas más complejas, y su preparación es en estos casos muy complicada. Por lo general, los ácidos orgánicos son solubles en agua, y pueden condensarse por eliminación del disolvente en cristales ordinariamente incoloros. Muchos de ellos son también fusibles; enrojecen el papel de tornasol, y por más que sean aventajados en energía ácida por los ácidos minerales en la inmensa mayoría de los casos, existen, sin embargo, algunos que pueden desalojar de sus combinaciones á los más débiles de dichos ácidos minerales. En su mayor parte están compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno; pero algunos poseen también entre sus elementos el nitrógeno, el azufre y otros.

Los más importantes de los que existen ya formados en la Naturaleza, son los siguientes:

El ácido *oxálico*, que, según ya hemos insinuado, ha recibido su nombre del de las plantas en cuyos jugos está contenido en mayor abundancia, y que se halla bastante difundido. Desde hace mucho tiempo no se prepara ya, sin embargo, con el jugo de acederas, y aun se ha abandonado también el modo de obtención descubierto posteriormente, que consistía en tratar el azúcar por el ácido nítrico. Hoy se obtiene el ácido oxálico casi exclusivamente por el tratamiento de las virutas ó serrín de madera con sosa cáustica fundida. El ácido oxálico puro, libre y siempre hidratado, forma cristales incoloros, se disuelve á la temperatura ordinaria próximamente en ocho veces su peso de agua; tiene un sabor muy ácido y propiedades venenosas. Por la acción del calor pierde los elementos del agua y se descompone en óxido de carbono CO, y anhidrido carbónico, CO_2. El ácido oxálico no se halla en las plantas en estado libre, sino combinado con la potasa, formando la llamada sal de acederas, ó bien con la cal, como en muchos líquenes. En la industria ha adquirido una aplicación bastante considerable, principalmente por su capacidad de disolver el óxido de hierro, formando sales incoloras ó muy débilmente coloreadas. Tanto la cal de acederas como el ácido oxálico libre, se usan, por consiguiente, para quitar las manchas de hierro y de tinta, así como en las fábricas de tejidos de algodón para marcar dibujos sobre las telas preparadas con un mordiente ó base de hierro, cuyos dibujos no deben fijar la materia colorante, sino permanecer blancos, mientras que el resto adquiere cierta coloración.

El ácido *tartárico*, que está contenido en estado de tartrato potásico en los jugos de la vid, del moral, rumex, etc., se halla constituído como los demás ácidos orgánicos, por carbono, hidrógeno y oxígeno. Su obtención ya la hemos mencionado, y sus propiedades puede reconocerlas por sí mismo cualquiera sin más que estudiar separadamente cada una de las clases de polvos que se expenden en las farmacias para confeccionar, por su disolución en agua, las llamadas limonadas purgantes gaseosas. Los polvos blancos de sabor muy ácido y fácilmente solubles en agua, son los de ácido tartárico, que se emplea para muchos fines de la tintorería y estampado, particularmente como un medio de hacer más vivos y hermosos los colores rojos y otros, así como también para la preparación de algunas especies químicas, por lo cual su extracción constituye una de las más importantes industrias anexas á la producción vinícola. La composición química del ácido tartárico está representada por la fórmula $C_4H_6O^3$ y coincide exactamente con la del ácido *racémico*, que existe igualmente en el jugo de la vid y que se manifiesta también como muy análogo al tartárico en todas sus demás propiedades. El ácido racémico se distingue, sin embargo, del ácido tartárico por su actividad rotatoria sobre la luz polarizada y porque puede desdoblarse en dos clases de ácido tartárico que en condiciones apropiadas pueden reunirse, constituyendo de nuevo ácido racémico. Estas dos

especies de ácido tartárico son: una, el ácido tartárico normal ó destrogiro, y la otra el levogiro, de las cuales, la primera desvía hacia la derecha el plano de polarización de la luz, y sus cristales son hemiédricos hacia la derecha, y la otra desvía hacia la izquierda el plano de polarización de la luz, y sus cristales son hemiédricos hacia la izquierda.

El ácido *cítrico* se halla contenido muy abundantemente en estado libre en el jugo del limón y también en otros varios frutos, como grosella, cereza, fresa, frambuesa, etc.; pero generalmente en unión del ácido málico. Sus aplicaciones, que son muy extensas en el estampado, en medicina y en el arte culinario, etc., han dado origen á una producción industrial de este ácido, que se importa particularmente en Inglaterra en diferentes jugos, para la citada industria de su extracción. El ácido *málico*, por el contrario, sólo tiene un interés científico, y lo mismo puede decirse de gran número de otros ácidos, como el *succínico*, *benzoico*, *mecónico* (de la adormidera), *quínico* (de la corteza de quina), etc., por lo cual desistimos de ocuparnos más de ellos. El que tiene mayor interés práctico es el ácido *acético*, que, aunque se encuentra sólo en pequeñas cantidades, ya libre, ya formando sales en el reino vegetal, se produce, en cambio, artificialmente en gran escala. Puede formarse en diferentes circunstancias, que describiremos detalladamente más adelante. Es un ácido bastante enérgico, pero no puede cristalizar en el seno de una disolución acuosa, como la mayor parte de los demás, porque es muy volátil y desaparece antes de que sus disoluciones hayan adquirido la concentración necesaria. Sin embargo, puede obtenerse cristalizado por métodos especiales, y entonces se funde á los 16 grados en un líquido incoloro, de olor bien conocido y de un gusto ácido muy intenso. De una parte de sus aplicaciones, como las que se refieren á la fabricación del verdete ó acetato básico de cobre y del albayalde, nos hemos ocupado ya anteriormente. Más adelante lo haremos de otras varias. El ácido acético cristalizado se emplea también en fotografía y en la industria de las materias colorantes derivadas de la brea.

Algunos ácidos contenidos en las cortezas, hojas ó ramas de muchos árboboles, y que tienen gran analogía entre sí, encuentran aplicación importante en el curtido, tintorería y estampado, fabricación de tintas y otros usos, son las diferentes variedades de ácidos *tánnicos* (taninos), cuya presencia comunica cierto valor á la corteza de encina, á la nuez de agallas, á algunas otras excrecencias vegetales, castaños, catecú y varias plantas y productos análogos. Con el ácido tánico se obtienen los ácidos *agállico* y *piroagállico*.

En los organismos animales se engendran también ácidos, de lo cual podríamos convencernos fácilmente hurgando repetidas veces con un palo un hormiguero habitado; nuestros ojos sufrirían una excitación de lagrimeo y nuestro olfato y gusto percibirían una especie de olor y sabor agrios característicos, producidos por ciertos vapores desprendidos de las hormigas y que

contienen el llamado ácido *fórmico*, el cual se obtenía antes por destilación de hormigas rojas con agua; pero hoy se prepara artificialmente, por lo general, mediante la destilación de azúcar ó almidón con bióxido de manganeso y ácido sulfúrico diluido. Ni este ácido ni el *láctico*, que se produce por la fermentación de la leche, así como de varias partes vegetales, y cuya formación protegemos de intento en el pepino, la col y otros alimentos del mismo género, han podido alcanzar una importancia industrial considerable, y sólo se emplean en medicina.

Otros productos vegetales y animales, como, por ejemplo, las grasas, dan ocasión, por su descomposición ó por un tratamiento químico apropiado, á la formación de ácidos. Estos *ácidos grasos* (de los cuales se conoce gran número), son importantes porque forman la base de la saponificación. El ácido *butírico*, que puede obtenerse de la manteca rancia, no recuerda en lo más mínimo este fétido origen, una vez combinado formando éteres; seguramente nadie sospecharía que dichos éteres del ácido butírico sirvieran para comunicar al ron artificial el aroma del ron legítimo fabricado en Jamaica.

También el ácido *salicílico* tiene un interés especial por su empleo en medicina y en otros varios usos, fundados en su propiedad de contener las descomposiciones por fermentación de las sustancias orgánicas. Aunque existe en la Naturaleza (en la esencia de la *gaultheria procumbens*), se prepara siempre artificialmente para el comercio, tratando el fenato sódico por anhidrido carbónico bien seco.

Podríamos todavía citar una multitud de ácidos orgánicos sin agotar su número, pues parece que no tiene límites la voluntad de los químicos al producir por medios artificiales nuevas sustancias, originando combinaciones y descomposiciones en forma cada vez distinta, y cuyos productos pueden clasificarse en unos ú otros grupos según sus analogías y modos de obrar. El ácido *pícrico*, esa preciosa materia colorante amarilla que antes sólo se podía extraer del índigo, y en virtud de su alto precio no se aplicaba más que al tinte de la seda, se obtiene hoy de la brea de hulla, de ese residuo negruzco que queda en las retortas y alargaderas de las fábricas del gas del alumbrado, juntamente con las más estimadas materias colorantes azules y rojas, que han verificado una verdadera revolución en la tintorería. Muchos cuerpos orgánicos que á primera vista parecen indiferentes, no manifestando tendencia á la combinación en las condiciones ordinarias, adquieren carácter bien definido por reacciones especiales, y de este modo se ha revelado la función ácida en muchos cuerpos, sometidos á la acción de las bases más enérgicas.

Así, el azúcar da con la cal una combinación en la que sus propiedades han cambiado por completo; se conduce, pues, como un ácido débil, y si nos propusiéramos clasificar, desde este punto de vista, todos los cuerpos de la química orgánica, encontraríamos grandes dificultades para establecer límí-

tes precisos dentro de los cuales permaneciera constante un mismo carácter.

En rigor, tales diferenciaciones son, en general, simplemente recursos para facilitar el camino de nuestro estudio; de manera que en nuestras apreciaciones acerca de la afinidad química, no debemos partir en modo alguno de la idea de que la única tendencia de las fuerzas químicas sea la de formar sales con las bases y los ácidos, y que, por consiguiente, los cuerpos entre los que se ejercen hayan de pertenecer forzosamente á una ú otra de estas dos categorías. Por el contrario, y más particularmente en el campo de la química orgánica, se nos ofrece ocasión de observar que esta antítesis entre lo básico y lo ácido tiende á desaparecer, tanto más cuanto más avanza el conocimiento de esta parte de la química. Con los muchos miles de sustancias diversas que sucesivamente se ha aprendido á preparar, y que no son ni ácidas ni básicas, se han establecido hoy grupos bien caracterizados y series que, sin embargo, no tienen límites completamente precisos, sino que con frecuencia se confunden mutuamente en sus extremos. Mencionaremos sólo las grandes series de los alcoholes, aldehidos, acetonas, los grupos de las aminas y amidas, los fenoles que poseen á un tiempo propiedades ácidas y carácter de alcoholes, etc.

Las bases orgánicas no pueden tampoco considerarse en su conjunto como perfectamente separadas de los demás cuerpos orgánicos; pero de todos modos existe un gran número de éstos tan semejantes y análogos, especialmente en sus propiedades antitéticas á las de los ácidos, como sucede con las bases ú óxidos inorgánicos, que encontramos justificado reunirlas en un concepto común y en oposición al que hemos manifestado respecto á los ácidos orgánicos.

En primer lugar, llama la atención la acción enérgica que casi todos los cuerpos en cuestión ejercen sobre el organismo animal ó humano, una vez introducidos en su torrente circulatorio. En el caso de algunos de éstos llega á tal extremo la energía de esa acción, que constituyen los venenos más poderosos, y tomados en las más cortas dosis, dan por resultado una muerte inevitable; no tenemos más que acordarnos de la estricnina. Otros, en cambio, cuando la cantidad ingerida no es muy grande, manifiestan una acción muy agradable, como demuestra sobradamente la afición al café, al té, cacao, tabaco, etc. A esta energía en sus acciones sobre la economía animal, deben también los *alcaloides* ó bases vegetales, su empleo en medicina como medicamentos; y, por último, se hace asimismo extensa aplicación de ellos en las citadas bebidas y otros usos á que el hombre los destina en varias formas y por todas partes de la tierra, persiguiendo fines de entretenimiento ó placer. La presencia de las bases orgánicas en los vegetales está muy extendida, del mismo modo que la de los ácidos orgánicos; pero tampoco el número de aquéllas está limitado al de las que la Naturaleza ofrece ya formadas, pues á ellas hay que agregar un número muy considerable de otras preparadas artificialmente, como resultado del adelanto de la química experimental.

Las bases orgánicas están caracterizadas generalmente por contener una cierta proporción de nitrógeno; son menos solubles en el agua que en el alcohol y el éter, y en su mayor parte cristalizables del seno de estas últimas disoluciones, formando cuerpos sólidos de sabor amargo, unos fácilmente fusibles y otros que se descomponen por la elevación de temperatura. Su carácter básico es poco enérgico, pues si bien forman sales con los ácidos orgánicos é inorgánicos, estas sales tienen poca estabilidad en presencia de los álcalis minerales. En general, para esta clase de sustancias, son muchísimo más sensibles las reacciones que ejercen sobre los organismos animales que las que la química experimental ha conseguido encontrar hasta hoy. No siempre ha sido posible adquirir del gran número de cuerpos nuevos descubiertos en los últimos años, un conocimiento tan completo de sus propiedades que, familiarizándonos con todas sus particularidades, nos permita distinguir rápidamente y con toda seguridad unos de otros, aun los más semejantes entre sí. Por otra parte, grupos como el que nos ocupa, el de los aceites esenciales y otros, manifiestan entre suś individuos diferencias tan ligeras, que se necesita un trabajo muy profundo para encontrar los medios por que puedan hacerse visibles, de un modo expedito y que no deje lugar á dudas, los pequeños detalles que los distinguen. De aquí que nuestros nervios gustativo y olfatorio nos conduzcan con frecuencia á resultados más seguros que las reacciones químicas que podemos producir por la adición de reactivos.

En los últimos tiempos se han descubierto verdaderos ejércitos de planetoides; pero por más que esto sería muy importante para el conocimiento de nuestro sistema solar, no se ha conseguido todavía determinar las órbitas ni siquiera de un pequeño número de ellos; y no porque la astronomía matemática carezca, en general, de medios para el objeto; sino porque la rapidez de la sucesión de estos descubrimientos, casi diarios, no ha dejado tiempo para utilizar ninguno de ellos en la forma deseada. Una cosa parecida sucede en la química orgánica; hay un exceso de material cuyas aplicaciones no siempre han sucedido con bastante lentitud á su adquisición, de modo que en muchos casos no se puede todavía afirmar con seguridad la presencia, por ejemplo, de ciertas sustancias venenosas procedentes del reino vegetal. Pero por esto, ¿será lícito reprochar á la ciencia que entre el cúmulo inmenso de sus dones nos arroje algún engendro de muerte y destrucción, ó que nos dé á conocer sustancias antes de proporcionarnos los medios para defendernos de los peligros que su uso lleva anexos? En modo alguno; aun lo más genuinamente beneficioso puede producir resultados desafavorables cuando se hace de ello una aplicación indebida. Damos por terminadas aquí estas ligeras nociones sobre las bases orgánicas, cuyo estudio circunstanciado exigiría previamente un conocimiento extenso de la química orgánica, maxime cuando más adelante tendremos ocasión de ocuparnos separadamente de los alcaloides más importantes.

Esos dos grupos de sustancias orgánicas, los ácidos y las bases, que se oponen entre sí en cierto modo, como los sexos, abarcan, sin embargo, sólo una parte muy pequeña del número total de cuerpos comprendidos en las series orgánicas. Existen muchas otras que no adoptan un carácter tan señalado, pero que tienen también una gran importancia desde el punto de vista químico y para el desenvolvimiento corporal de los organismos. Las designaremos con el nombre de *sustancias neutras*, que se ha conservado en uso, por más que tiene bien escasa significación.

La química moderna ha llegado á establecer con suma claridad el carácter químico esencial de un gran número de estos cuerpos. Resulta, pues,que no son combinaciones simples directas como, por ejemplo, el agua, sino cadenas formadas, en lo general, por un gran número de moléculas incompletas, que por las acciones químicas pueden eliminarse y ser reemplazadas por otras, ó bien introducirse nuevos grupos moleculares de ellos en la cadena; de aquí que el número de los productos de transformación y descomposición de los compuestos orgánicos sea tan excesivo, que apenas podamos abarcarlo. Por la observación de largas series de productos de este género, que se originan unos de otros, transformándose recíprocamente y conservando ciertas analogías, se ha venido á deducir que las fórmulas químicas de cada uno de los miembros de estas familias tienen comunes ciertos grupos atómicos que juegan en ellos un papel elemental, puesto que fácilmente se asocian al oxígeno, hidrógeno, azufre, cloro, etc., formando las series de cuerpos indiferentes, comparables en cierto modo con las sales. En la Introducción al tomo IV de esta obra se ha dicho ya que esos grupos atómicos reciben el nombre de *radicales*. Su obtención en estado de pureza sólo se consigue en un corto número de casos; y como el interés de semejante aislamiento es puramente científico, podemos prescindir en este lugar de ocuparnos del asunto para poder consagrar todavía algunas líneas á los cuerpos que la actividad de la Naturaleza nos proporciona ya preparados, y que ejercen gran influencia sobre la nutrición y crecimiento de los organismos.

Al no citar aquí más que los nombres de la albúmina, celulosa, fibrina, grasa, almidón, gluten, azúcar y alcohol entre el inmenso número de sustancias comprendidas en el grupo, se comprende que la consideración de las citadas debe ser de una importancia capital para el estudio de la alimentación y desarrollo de los seres organizados. Pero si además nos propusiéramos recorrer todo el campo de los cuerpos neutros, encontraríamos gran número de familias como las de las materias colorantes, aceites esenciales, etc., que al lado de su gran interés científico presentan un interés todavía mayor desde el punto de vista industrial. Más adelante encontraremos, sin embargo, ocasión de tratar particularmente estos grupos de sustancias, mientras que aquí no queremos desviarnos del camino que antes nos hemos trazado, y que nos limita á

considerar en estas breves nociones previas los artículos que contribuyen principalmente á satisfacer las necesidades humanas.

Sustancias alimenticias.—Según parece, sólo el vegetal puede alimentarse de las sustancias minerales, agua, anhidrido carbónico y amoniaco. Verdad es que en los límites inferiores del mundo orgánico las diferencias entre vegetales y animales son tan pequeñas, que muchas de sus formas ofrecen grandes dudas con respecto á la serie en que deban incluirse; sin embargo, tal vez la organización de la materia es realmente una labor peculiar del organismo vegetal, mientras que los animales sólo utilizan para su desenvolvimiento productos preparados en cualquier forma por aquellos organismos.

Pero si bien no puede dudarse que la ostra, por ejemplo, se alimenta de un modo bien diferente que el águila, y la abeja de modo bien distinto que el hombre, y aún no es posible tampoco comparar la forma de alimentación del europeo civilizado con la del esquimal ó el indio del interior de la América meridional, sin experimentar una gran sorpresa por la mucha diversidad de los medios empleados por uno y otro para el mismo fin; por muy diversa que parezca la naturaleza de estos seres, y por muy importantes que se manifiesten las expresadas diferencias en cuanto á la alimentación, semejantes diferencias se refieren más bien á la forma exterior de lo que se come que á su constitución química.

Una iglesia gótica es en parte deudora de la perfección de su forma, de la delicadeza de su ornato y de la esbeltez de sus tonos, á la buena cualidad de los materiales de construcción de que dispusieron sus arquitectos y operarios; de modo que es fácil observar cómo los límites de los territorios sobre los cuales la arquitectura gótica ha erigido sus más bellas obras, coinciden casi estrictamente con los límites que sobre un mapa geológico señalan la desaparición de aquellas piedras y la aparición en su lugar de especies de rocas duras y poco laborables, como el granito, pizarra, basalto, etc. Recíprocamente, estos materiales resistentes y compactos, en rocas de masa considerable y una gran dureza, excitaron la fantasía de los egipcios y determinaron el estilo especial y propio de la arquitectura de ese pueblo. Pero si sometemos al análisis químico la piedra arenosa y la piedra granítica en junto, encontramos siempre contenidas en ellas las mismas sustancias elementales, de manera que aquellas obras arquitectónicas son tan homogéneas en cuanto á las sustancias simples de que están constituídas, como diversas aparecen á nuestra observación. Pues bien, de un modo análogo; las formas variadísimas del reino animal ofrecen á primera vista una gran diversidad en cuanto á los materiales que contribuyen á su formación y sostenimiento; pero en último resultado llegamos á descubrir también una coincidencia admirable en cuanto á la naturaleza química de aquellos materiales; bien entendido que tampoco pueden presentar éstos la extraordinaria sencillez de los materiales alimenticios del reino vegetal.

Al estudiar los músculos, tendones, huesos, la sangre y las demás partes constitutivas del cuerpo de los animales, encontramos que el nitrógeno forma una porción importante de su composición química. Se deduce de aquí que los alimentos cuyo destino es producir el calor necesario para la actividad vital del cuerpo, así como reemplazar los materiales ya usados, de todo lo cual resulta la renovación y transformación á que los órganos están sometidos continuamente; se deduce, decimos, que esos materiales no deben estar constituídos simplemente por carbono, hidrógeno y oxígeno, como, por ejemplo, la fécula y el azúcar, sino que, á más de estos elementos, debe también proporcionarse al cuerpo alimentos nitrogenados. Por otra parte, hay asimismo que cuidar de la renovación de las sustancias minerales, como el fosfato cálcico, necesario para la formación de los huesos, dientes, etc., la sal común, que, entre otras sustancias, es también precisa para la formación de la sangre y de la saliva, etc., etc.

Y si los alimentos nitrogenados son indispensables para la renovación de los órganos, los no nitrogenados sirven, en cambio, para impulsar la máquina orgánica animal, puesto que una vez hechos solubles, mediante la digestión, pasan á la sangre, y llegando en ésta á los pulmones, sufren una combustión, aunque sin llama, con el oxígeno del aire aspirado, lo cual nos da la clave de la existencia abundante de gas carbónico en el aire espirado, conforme sucede en el que sale por el tubo de una chimenea. La conservación de la temperatura propia del organismo en cuestión es una consecuencia de esta oxidación de los componentes de la sangre, ricos en carbono. Por lo demás, en esta combustión toman parte también las porciones hidrocarbonadas de los alimentos nitrogenados, como se comprende, porque, en general, la digestión borra toda diferencia de origen en los principios de igual composición.

Así, pues, los alimentos nitrogenados pueden sostener por sí solos, tanto la nutrición como la respiración y, por consiguiente, la actividad vital del cuerpo; pues contienen siempre también los otros tres elementos orgánicos, mientras que no puede decirse otro tanto de los alimentos no nitrogenados. Con azúcar, por ejemplo, no podríamos vivir, así como tampoco con fécula ó alcohol; y si con razón se cree que para un operario que trabaja al aire libre y frío, el alcohol es un excelente sustituto de la carne, consiste esto en que á veces puede ser de más importancia para el cuerpo recobrar el calor perdido incesantemente por radiación, que la propia renovación de sus músculos y huesos, y el alcohol realiza aquel objeto con una energía especial, por la facilidad con que se oxidan sus elementos componentes. Pero prolongado por algún tiempo este régimen de alimentación, llegaría á hacerse sensible de un modo funesto. Por el contrario, parece que debiera creerse que el régimen carnívoro proporcionaría la renovación más completa de la materia de nuestro cuerpo, y que, por lo tanto, debería ser considerado como el mejor. Sin embargo, esta

solución no es menos imperfecta que la anterior, pues la cantidad de sustancia que se necesita para la renovación de los órganos es mucho menor que la que se emplea en la producción del calor; y si bien durante dicha renovación se desarrolla también calor por efecto de las reacciones químicas que la acompañan, la producción de calor por la combustión respiratoria es mucho más intensa. La carne, pues, bastaría por completo para uno de los fines de la alimentación; pero sólo realizaría en parte el otro, y, por consiguiente, debe considerarse también como un alimento incompleto. La verdad de esta afirmación se nos revela bien claramente cuando intentamos someternos durante algún tiempo exclusivamente á uno de estos géneros de alimentación: nuestro organismo lo rechaza bien pronto, y pide, por una sensación marcada de hambre, ciertos alimentos, cuyos componentes estaban contenidos escasamente en los que antes se le ofrecían. Para que el cuerpo pueda adquirir un desarrollo normal, se necesita una mezcla apropiada de alimentos nitrogenados y no nitrogenados.

Todo exceso en uno ú otro sentido origina trastornos, bien por su eliminación, bien por su acumulación en el cuerpo mismo. La abundancia desproporcionada de alimentos no nitrogenados puede causar, por ejemplo, una acumulación de grasa; pues como quiera que la respiración sólo consume una parte de este alimento, el resto, absorbido en un estado fácilmente transformable, no puede ser eliminado inmediatamente y sí sólo convertido en un depósito inútil, que en el hombre no puede servir, como en el oso ó en el tejón, para producir, por su absorción, un desarrollo de calor durante el sueño invernal.

El *vantingkur*, régimen para adelgazar procedente de Inglaterra, y que en estos últimos años ha adquirido gran aceptación, consiste principalmente en suministrar al cuerpo únicamente, y en cantidad suficiente, los alimentos que entran en la formación de los músculos, en particular carne magra, absteniéndose, en lo posible, de los que originan la grasa, como el azúcar, féculas (pan), manteca (leche, etc.), con lo cual se consigue que se queme el depósito de grasa acumulada con exceso en el cuerpo humano.

Mirando más atentamente las materias alimenticias que la Naturaleza ofrece ya preparadas, encontramos una identidad sorprendente en la constitución de las que son propias para sostener por sí solas el proceso vital.

La leche es el medio elemental de alimentación, y su composición puede, por consiguiente, proporcionarnos una base para determinar qué sustancias son principalmente adecuadas para sostener la respiración y la nutrición. La leche de vaca contiene, de cien partes, unas ochenta y seis de agua, cuatro á cinco de coágulo (caseína), tres de manteca, cuatro á cinco de azúcar de leche (lactosa) y una parte aproximadamente de materia mineral, fosfatos y otras sales que quedan formando las cenizas cuando se queman las sustancias orgánicas contenidas en la leche, y de las que la caseína es nitrogenada. Si comparamos

con esta composición la de los huevos, por ejemplo, el de gallina, encontramos que éstos, comprendiendo la clara y la yema, contienen 75 por 100 de agua, catorce de albúmina (clara de huevo), diez y media de grasa y una y media de ceniza, y que en este caso también se hallan mezclados alimentos nitrogenados (la albúmina) con otros no nitrogenados (la grasa). En la carne (sustancia muscular) está contenido el nitrógeno en la llamada fibrina; pero además la albúmina juega en el organismo un papel importante como elemento esencial de la sangre. En esta forma soluble es la sustancia en cuestión el verdadero vehículo, por decirlo así, del nitrógeno, é igualmente del azufre.

La fibrina tiene, por su composición química, una gran semejanza con el gluten, sustancia en la cual está vinculada la riqueza de los granos de cereales en nitrógeno, coincidiendo también casi por completo por su acción como alimento.

El gluten debe su nombre á su condición pegajosa y elástica. Puede separarse de la harina amasando ésta con agua, hasta formar una pasta fluida y homogénea, que se lava sobre una tela fina con una corriente de agua pura, hasta tanto que el agua separada no aparezca enturbiada por el almidón, que arrastra consigo al agua y deja el gluten. El almidón se deposita después gradualmente del líquido turbio, y forma el cuerpo conocido con este nombre en el comercio, de cuyas propiedades químicas tendremos ocasión de ocuparnos más adelante. En cincuenta kilogramos de harina de trigo de buena calidad existen próximamente cinco kilogramos de gluten y treinta y cinco de almidón.

La fibrina, que es el principal componente de la carne, puede obtenerse de un modo semejante por la loción de la fibra muscular (magra). La cantidad que se halla contenida en ésta es mucho mayor que la de gluten en la harina; la carne seca contiene hasta 84 por 100 de fibrina, 7 por 100 de grasa y el resto, de sangre y sales. Pero ordinariamente se halla unida á estas sustancias una cantidad considerable de agua; de modo que, en condiciones normales, el peso de la fibrina, grasa y sales no alcanza más que al 20 por 100 del de la carne misma.

El agua es, en general, un elemento indispensable en todo alimento; y al observar que el pan de trigo bien cocido (y casi lo mismo el duro que el blando) está formado por agua en sus dos quintas partes, podemos decir de este alimento, el más importante de todos y cuyo estudio es objeto del capítulo inmediato, que el pan es, á un tiempo, comida y bebida, en toda la extensión de la palabra.

MOLIENDA DE LOS GRANOS

Y

COCCIÓN DEL PAN

Reseña histórica sobre la molienda.—Aparatos de trituración del grano en forma de mortero.—Molinos egipcios, griegos y romanos.—Molinos de mano.—Molinos de agua y de viento.—Perfeccionamientos en éstos.—Disposición de los molinos harineros.—Las muelas ó piedras de moler.—Sus ranuras y obrar modo de de las mismas.—Molinos de cilindro.—Sistemas mecánicos.—Sémolas y cebada perlada.—La cocción.—El pan en los diversos pueblos.—La harina y el pan desde el punto de vista químico.—El pan de salvado según Liebig.—Adiciones nocivas.—La cocción del pan.—Amasado.—Levadura.—Procedimientos artificiales de panificación.—Empastado.—Hornos.—Hornos de accion continua.

Una gavilla bien repleta de espigas, grato símbolo de la cultura, la alegría y la prosperidad, contiene en sí lo necesario para una excelente ali-

mentación, por más que no pueda ofrecernos una comida que llevar directamente á nuestra boca. Los granos de los cereales exigen para esto una preparación previa; por lo menos tendrían que ser mondados para cocerlos en agua, ó mondados y molidos para convertirlos en pan mediante la cocción ó el tostado. Los pueblos antiguos tenían ya conocimiento de semejante modo de proceder, y lo utilizaban del mismo modo; la panadería puede decirse que es tan antigua como los orígenes del cultivo, pues sólo en el de los cereales encontró firme apoyo, dando término á la vida errante de los pueblos nómadas.

La molienda y cocción de los cereales constituyeron en los primitivos tiempos un objeto de la economía doméstica, del mismo modo que todas las labores industriales destinadas á satisfacer una primera necesidad de la vida. Existieron, pues, mucho antes la harina y el pan que los molineros y panaderos de oficio. Sólo después de organizada la vida de los hombres en ciudades, pudo encontrarse gentes que se consagraran exclusivamente á la transformación de los cereales en pan. En Grecia y Roma estaba ya el arte de la panadería tan generalizado como lo está hoy entre nosotros, pero no existían, sin embargo, los harineros ó moledores del grano; cada establecimiento de panadería tenía su propio molino de mano, ó, más generalmente, de fuerza animal, y la molienda formaba, por consiguiente, la parte primera, y no más fácil seguramente, de la fabricación del pan. Sólo con el transcurso del tiempo se fueron separando gradualmente, en épocas posteriores, estas dos ramas de la fabricación del pan, adoptando más tarde personalidades independientes, y á menudo en conflicto entre sí.

LA MOLIENDA.—RESEÑA HISTÓRICA

Consideremos primero la parte puramente mecánica de la cuestión. Cuando leemos á propósito de los pueblos antiguos que trituraban sus granos entre piedras, tal vez no se nos ocurrirá pensar al pronto que nosotros hacemos en el fondo exactamente lo mismo. En efecto; ¡cuán grande es la diferencia entre un molino mecánico, provisto de todos los adelantos del arte, y los medios primitivos por los que se tenía que preparar en otros tiempos la harina para hacer el pan! Aunque las noticias que tenemos acerca de los pormenores técnicos sobre el particular son escasas, es indudable que la labor debía ser fatigosa é imperfecta. Uno de los procedimientos más antiguos parece haber sido el de tostar los granos, de cuyo modo podían luego ser fácilmente pulverizados por percusión; pero en nuestro concepto no podría obtenerse así un pan en el sentido propio de la palabra. De aquí que cuando más tarde se dió la preferencia al pan hecho con una masa fermentada, hubo que ceñirse á

los granos frescos ó crudos, cuya ductilidad y blandura exigía, para dividirlos, una trituración llevada á cabo por otros medios. Para este fin se utilizaron molinos de mano, de los cuales se hace ya mención en la Odisea, así como en la Biblia. La forma más antigua probablemente de este instrumento, nos recuerda mucho los morteros y mazos: sobre una piedra inferior plana ó ahuecada en forma de caldera, se colocaba otra piedra de superficie hemisférica por la parte inferior que se adaptaba á la primera; el operario hacía girar la superior por medio de un mango transversal que llevaba fijo, y dando vueltas alrededor del molino. Para extraer la molienda se tenía que levantar la citada piedra. Parecidos á éstos son los aparatos para moler encontrados en algunas ruinas, y de los cuales damos una idea en la fig. 1.ª Con el tiempo, y bajo la influencia de las necesidades crecientes, se fueron encontrando disposiciones más adecuadas. Así vemos entre los romanos—que en los asuntos industriales fueron simplemente imitadores de los pueblos orientales—que la piedra inferior tenía la forma de un cono truncado, y que, por consiguiente, estaba limitada circularmente en la parte superior y con una superficie lateral anular é inclinada, mientras que la piedra superior se adaptaba con una forma correspondiente á la primera, y se prolongaba superiormente en forma de embudo, de suerte que los granos se introducían por arriba, y la harina salía espontáneamente por abajo alrededor entre ambas piedras. El modo de moler entre dos piedras de superficie plana no apareció hasta una época posterior. Por lo demás, al excavar un establecimiento de panadería en Pompeya, se han encontrado los aparatos moledores antes descritos, cuya estructura les asemeja á nuestros molinos de

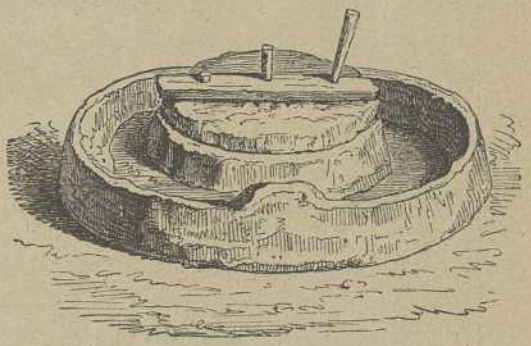


FIG. 1.ª—Aparato primitivo para moler granos.

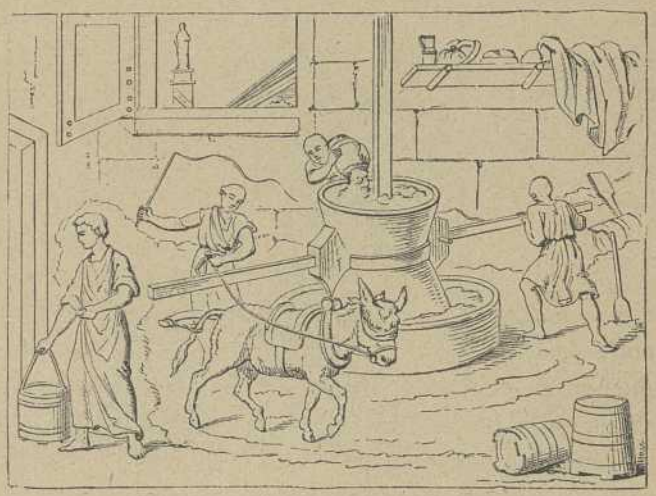


FIG. 2.ª—Molino del tiempo de los romanos.

café, en un estado que casi permitía hacer uso de ellos. En la antigüedad no se conocían, casi en absoluto, los sistemas mecánicos de clasificación de las

FIG. 3.ª—Panadería romana (parte inferior izquierda, horno; derecha, molino.)

harinas; y así se comprende cuán grande había de ser el número de criados destinados en las panaderías de Roma á tamizar á mano diariamente la cantidad que se empleara en hacer el pan para el consumo de una ciudad tan populosa.

FIG. 4.ª—Molino de viento del siglo XVI.

Segun parece, se debió utilizar ya en época muy remota la fuerza de los animales de tiro para poner en movimiento los molinos (véanse las figuras 2.ª y 3.ª), hasta que, por último, se adoptó también para este fin la fuerza de los saltos de agua, más económica que la anterior. Próximamente al principio de nuestra Era, y bajo el reinado del emperador Augusto, fué cuando se estableció en Roma el primer molino hidráulico, que llamó de un modo extraordinario la atención; pero por entonces, en tiempo de Plinio, que escribió sesenta años más tarde, y hasta el siglo IV, fué siempre considerado semejante

molino hidráulico como una mera curiosidad, y sólo en este último siglo llegó á adoptarse el sistema como usual. Los molinos de viento parece que fueron desconocidos todavía en tiempo de los romanos, pues de seguro se hubiera hecho mención de ellos en las obras de Vitruvïo ó de Plinio; no penetraron en Europa hasta mediados del siglo XI próximamente (véase tomo II, páginas 78 y siguientes.) El tránsito de los molinos de mano á los hidráulicos se halla descrito en un poemita griego de época posterior, probablemente del siglo V, que se ha conservado, tan gracioso y oportuno, que no podemos sustraernos á la tentación de transcribirlo (traducido libremente), puesto que además evidencia el gran valor de los descubrimientos realizados por el hombre en general; considera el invento como un paso hacia una civilización más elevada, y al mismo tiempo un retroceso gradual hacia la edad de oro, sólo concebible, por lo demás, como un ideal.

Á LA INVENCIÓN DE LOS MOLINOS HIDRÁULICOS

Reposad ¡oh doncellas! Es pesada
la tarea que hacéis en el molino:
dormid, y que os importe poco ó nada
de los gallos el canto matutino.
Por fin la diosa Ceres, apiadada,
en vuestro auxilio vino;
llamó á las ninfas, que girar hicieron
ruedas y palas, y en veloz carrera
un eje y cuatro piedras se movieron,
y lo que antes espiga y grano era,
en candeal harina convirtieron.
Gozamos otra vez la edad de oro:
comemos sin esfuerzo el pan divino:
es la nueva invención rico tesoro,
reposad ¡oh doncellas del molino!

Los molinos de mano y de fuerza animal se conservaron, sin embargo, todavía algunos siglos después de la aparición de los molinos hidráulicos, los cuales existían aún, si bien en corto número, en la Edad Media, y cuya instalación debía ser considerada como una empresa de gran importancia y dificultad, según dejan comprender los monopolios harineros conservados hasta época reciente. En los países orientales—Arabia, Egipto—existe, todavía hoy en uso, gran número de molinos de mano y de fuerza animal. En un grabado en cobre, francés, de hace trescientos años, se encuentran representados con claridad suma los sistemas de molinos usuales en aquella época. En la figura 5.ª, tomada de aquel grabado, vemos que se construían molinos de mano hasta en gran escala, y según el sistema que hoy se emplea en los molinos modernos.

Hacia aquella fecha, próximamente por el año 1550, recibieron los molinos

una transformación esencial mediante la introducción del sistema de tamices, con sus correspondientes cajones. Por más que parezca extraño, hasta entonces no se había aun abandonado el sistema de tamizado á mano; á

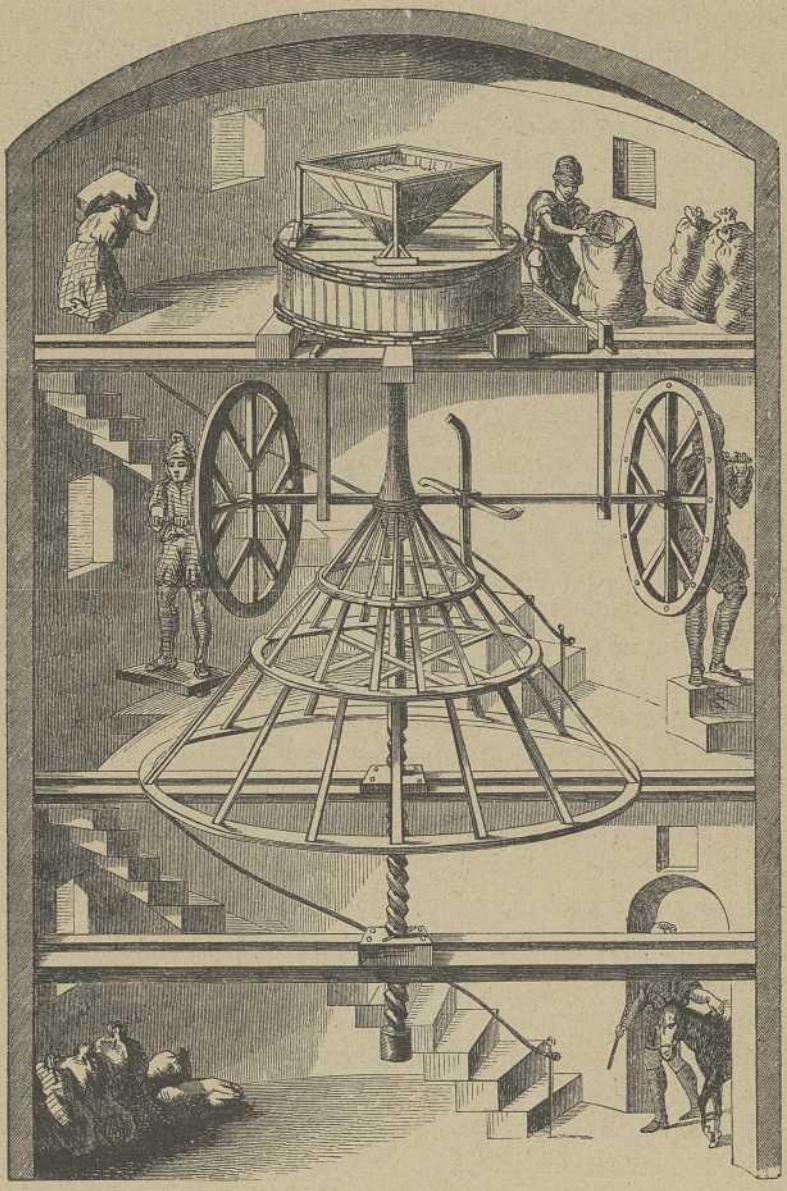


FIG. 5 ª—Interior de un molino de mano del siglo XVI.

partir de entonces, se generalizó en Alemania el aparato, cuyo traqueteo caracteriza todavía á los molinos ordinarios. El invento fué reconocido extraordinariamente ventajoso, y se difundió rápidamente en los países veci-

nos. Un antiguo escritor francés refiere que el autor alemán alcanzó también, con su hermoso invento, una buena fortuna; pues protegido por un privilegio imperial, vendió á buen precio el uso de su aparato en panaderías, conventos y hoteles. Fué, pues, este inventor más dichoso que varios otros, puesto que, en contraposición á lo que ha ocurrido á la mayor parte, obtuvo la recompensa material; si bien el mundo fué tan ingrato, que no ha hecho mención para nada de su nombre.

El molino, así perfeccionado, se conservó en el mismo estado durante largo tiempo, y sirvió para preparar la harina á satisfacción, bien movido por el agua, bien por el viento; por lo menos no se abrigaba ninguna esperanza de que la molienda fuera susceptible de un mejoramiento esencial. Sin embargo, hace más de cincuenta años que se encuentra cada vez más amenazado el sistema antiguo en su existencia, por el éxito de los molinos artificiales modernos, cuya capacidad de labor es mucho más considerable; de modo que si se conservan aún los primitivos, es sólo por la fuerza de la costumbre. Como no podía menos de suceder, los grandes adelantos en las ciencias naturales, así como en todas las ramas de la industria, y la incesante actividad en todas direcciones de la sociedad moderna en busca de nuevos beneficios, han alcanzado también á los dominios de la industria harinera. Uno de los principales impulsos de esta reforma se debe al Norte de América, que para favorecer más la invasión de sus granos, no tuvo otro remedio que adoptar un sistema perfeccionado de molienda que ofreciera, al mismo tiempo que producción en grande escala, una harina duradera y adecuada á su comercio interocéanico. Los ingleses se ocuparon también con bastante empeño del perfeccionamiento de los molinos, y, sobre todo, sustituyeron en lo posible los mecanismos de madera por otros de hierro. Modificaron el sistema de los americanos, naciendo de aquí las máquinas moledoras perfeccionadas, llamadas generalmente anglo-americanas. También en Francia y Alemania se han hecho en este sentido honrosos esfuerzos, sobre todo con el objeto de dar á los molinos una disposición lo más ventajosa posible, hasta el extremo en que se ha conseguido en nuestros días.

DISPOSICIÓN DE LOS MOLINOS HARINEROS

Al obtener las harinas, se desea, por una parte, separar lo más completamente que se pueda el núcleo del grano de la película que lo cubre, es decir, obtener una harina lo más exenta posible del salvado, y un salvado completamente privado de harina. En efecto: cuando la harina contiene partículas de salvado, adquiere un color oscuro, y pierde por ello en precio, pues el público se ha acostumbrado á considerar como mejor la harina más blanca. Pero, por otra parte, es de desear también que la harina contenga las porciones del grano más pró-

ximas á su membrana envolvente, pues estas partes poseen un valor alimenticio más elevado que las del interior, debido á que contienen en mayor proporción los principios sulfuro-nitrogenados, gluten, albúmina vegetal, etc. Los molinos modernos están dispuestos de tal modo, que satisfacen, en cuanto es posible, una y otra exigencia. Las diferencias y ventajas de los molinos modernos con respecto á los antiguos, se manifiestan principalmente en los puntos siguientes: por consecuencia de que el hierro permite una construcción más delicada de los engranajes y piezas en general, los aparatos modernos marchan con menos rozamiento, y, en lo tanto, con más ligereza, de suerte que con una misma fuerza mecánica puede realizarse mayor cantidad de labor; mediante una elección especial de piedras cuyas hendiduras están combinadas racionalmente, los granos se aprisionan por completo entre ellas, partidos y manejados de manera que en el primer tránsito queda separada la partícula exterior del contenido.

Las piedras areniscas blandas que se usaban en los antiguos molinos, actuaban más bien por trituración; una misma carga de grano no podía ser molida por completo sino vertiéndola tres, cuatro ó más veces sucesivamente en las piedras, y estando éstas cada vez más apretadas. Además, para que la película no se redujera á salvado y quedara mezclada con la harina, era preciso humedecer previamente los granos. Los molinos artificiales, por el contrario, trabajan en seco, y ofrecen, por lo tanto, un producto superior en la estimada harina inalterable; muelen también los granos de una sola vez, y siempre por completo, de modo que no sólo dan mejor producto, sino que dan también más en el mismo tiempo. El antiguo sistema de tamizado se halla sustituído con ventaja en los molinos modernos por medio de tamices cilíndricos, con lo cual se ha suprimido al mismo tiempo el traqueteo de los antiguos molinos. Por último, mediante mecanismos diversos, se ha hecho al aparato todo lo más automático posible; es decir, que atiende por sí mismo á los movimientos de sus piezas, con lo cual se ha economizado una gran cantidad de mano de obra. Por lo demás, el molinero moderno realiza también su objeto en mejores condiciones que el antiguo, pues somete previamente sus granos á un proceso de purificación eficaz por todo extremo, con lo que llega á obtener una harina mucho más blanca y de aspecto más agradable. Los antiguos molineros se limitaban generalmente á un simple tamizado de los granos, ó á lo más, eran éstos mondados; es decir, se les hacía pasar por piedras con ranuras relativamente separadas, entre las cuales dejaban sólo sus puntas. Las máquinas modernas de purificación son aparatos complicados, en los que sufren también una profunda labor las sustancias extrañas adheridas á la hendidura germinal de los granos y á sus paredes, y donde tiene lugar una separación completa de la arena, piedrecitas ó cualesquiera otras sustancias mezcladas á los cereales. Al estudiar uno de estos molinos, llamados artificiales, encontramos, por

lo general, comenzando por la parte superior, primero un tamiz ó criba que retiene los cuerpos extraños y gruesos, dejando pasar los más finos, y que envía los granos á un aparato mondador, que á su vez los conduce á otro aparato, en el cual, mediante escobillas rígidas colocadas en la cara inferior de un disco rotatorio, son lanzados con fuerza sobre una superficie metálica en forma de lima, mientras que un fuelle (ventilador) separa entre sí los granos del polvo.

Para el mecanismo moledor es naturalmente indiferente cuál sea la fuerza que haga girar la rueda del molino, pues no cambia sino sólo en el caso de los molinos de viento, por razón de que aquí la corriente motriz se halla por encima del aparato moledor, y que el árbol que hace girar á la piedra ó muela actúa también por encima, en oposición á lo que sucede en los demás molinos. A los antiguos motores de molino—agua y viento—se ha añadido también en los últimos tiempos el vapor, lo cual no podía menos de suceder desde el momento en que, en vez del antiguo sistema de molienda á destajo, comenzó á desarrollarse la molienda en grande, ó fabricación industrial para el comercio de harinas. El molino de vapor, independiente del viento y del clima, con su producción en grande escala, merece propiamente el nombre de fábrica de harina; pero todavía parecen mejor establecidas esas grandes fábricas sobre el agua que, aprovechando completamente la fuerza de ésta, tienen de reserva una máquina de vapor, la cual presta su auxilio sólo en los casos en que falta el agua. Los molinos de viento, por el contrario, pendientes de un favor eventual de la atmósfera, parecen como el proletariado de los molinos en general, y sobre todo en comarcas en que existen en tan gran abundancia, que muchas veces hasta podría creerse que tuvieran que disputarse entre sí un soplo de aire. Sin embargo, el molino de viento ha sido también capaz y digno de penetrar en la más alta sociedad de sus semejantes. Se encuentran hoy por todas partes establecimientos de este género, hermosos y espléndidos, en que se producen grandes cantidades de harina, y que están provistos de todos los adelantos de la molinería artificial. Se hallan construídos por el sistema holandés; es decir, que el edificio es una torre de sillería, y sólo es giratoria la parte superior con las alas ó aspas, las que siguen al viento en su dirección mediante una rueda especial colocada hacia la parte posterior y un mecanismo unido á ella. El número de las aspas es generalmente de seis, revestidas de palastro, y con una curvatura especial que les da una sensibilidad tan elevada respecto al viento, que los molinos trabajan también cuando éste es débil, y no tan sólo cuando están colocados sobre un punto alto y descubierto, sino en un valle algo ventilado, ó al pie de un talud, etc.

Penetrando en un molino hidráulico, según el sistema antiguo, aunque perfeccionado, y refiriéndonos para ello á las figuras 6.ª y 7.ª, vemos que el ár-

bol *A* de la rueda hidráulica entra dentro del molino y comunica su fuerza á un árbol vertical, *B*. El par de ruedas dentadas oblicuamente, que sirve para realizar este fin, hace comprender con facilidad que se trata ya de una maquinaria de hierro. Estas ruedas dentadas, llamadas angulares ó cónicas, son el mejor medio de transmisión de la fuerza en dirección transversal, y de aquí que en mecánica se usen con mucha frecuencia. El árbol *B* lleva una gran rueda dentada horizontal (de las llamadas cilíndricas), que engrana en los dos piñones *D* y *E*, situados á sus dos lados, mediante los cuales comunica una rápida rotación á los ejes *F* y *N* de las muelas. En los antiguos molinos de madera (existentes ya en tiempos de los romanos), el árbol motor *A* del caso anterior termina con una rueda cilíndrica de madera, que engrana con otras dos de la misma clase; los árboles de las últimas llegan hasta la parte inferior de las muelas mismas, y comunican á éstas su movimiento por medio de una rueda dentada, que engrana lateralmente con una especie de piñón ó jaula cilíndrica de madera, la llamada *linterna*, que va unida al eje de la muela. Este mecanismo, que representa la fig. 8.ª, daba lugar, como se comprende, á gran pérdida de fuerza. Además, se encuentra también aquí el origen del traqueteo que caracterizaba á los antiguos molinos; pues en dichas linternas existían algunas piezas salientes hacia bajo que, mientras estaba en marcha el molino, tropezaban, á intervalos, con una palanca de madera, que

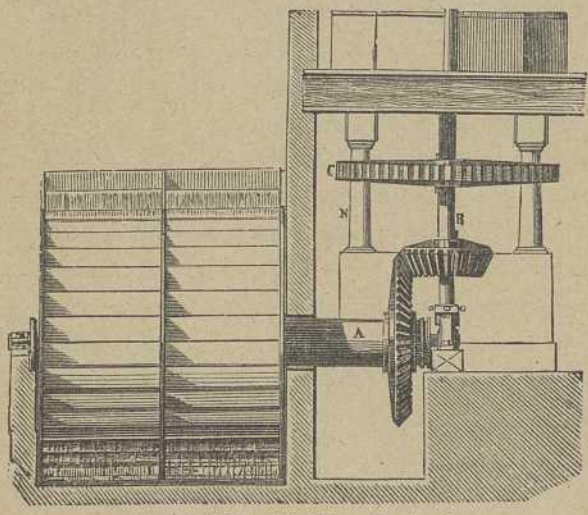


FIG. 6.ª—Molino hidráulico perfeccionado.

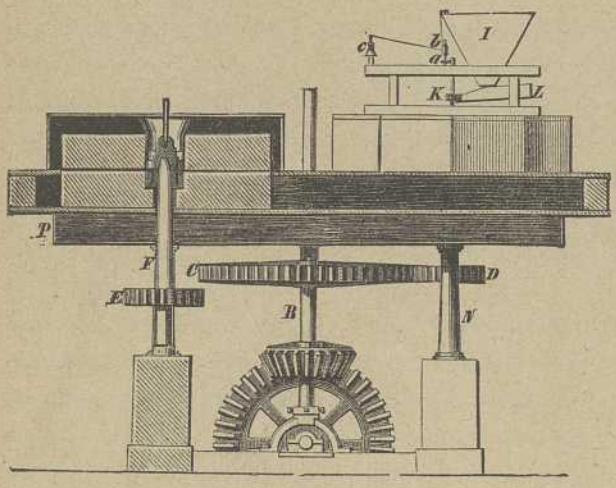


FIG. 7.ª—Molino en sección transversal.

se volvía á colocar inmediatamente en el mismo punto por medio de una cuerda ó tirador. La vibración así engendrada era transmitida por algunas piezas intermediarias hasta los cernedores, á los que imprimía una agitación continua. Volviendo á la fig. 7.ª, vemos que los piñones *C* y *D* son susceptibles de correr á lo largo de sus ejes, con objeto de que pueda ponerse á voluntad en marcha una ó ambas muelas. Así, en nuestra figura, aparece fuera de juego la muela izquierda; es decir, que el piñón *E*, que se ha bajado sobre el árbol, no engrana con la rueda motriz *C*. En grande escala, y sobre todo en los mecanismos movidos por el vapor, en los cuales se ponen en marcha varias muelas con la fuerza motriz de un mismo motor, existe un árbol principal, largo, que impulsa á otros varios verticales, y éstos á su vez distribuyen la fuerza entre las diferentes muelas, bien por medio de ruedas dentadas como las que representamos en nuestra figura, bien (y esto es más general) por medio de poleas y correas sin fin. La figura 9.ª muestra la manera cómo en los molinos de viento se utiliza la fuerza de éste para producir la rotación de las piedras, pues en ella está representado uno de dichos mecanismos en corte vertical. En lugar de las ruedas hidráulicas verticales, encontramos hoy con frecuencia ruedas horizontales, llamadas turbinas.

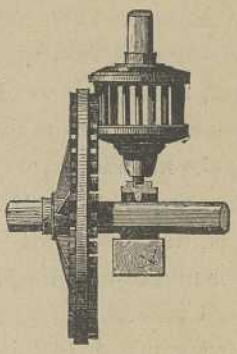


Fig. 8.ª—La linterna.

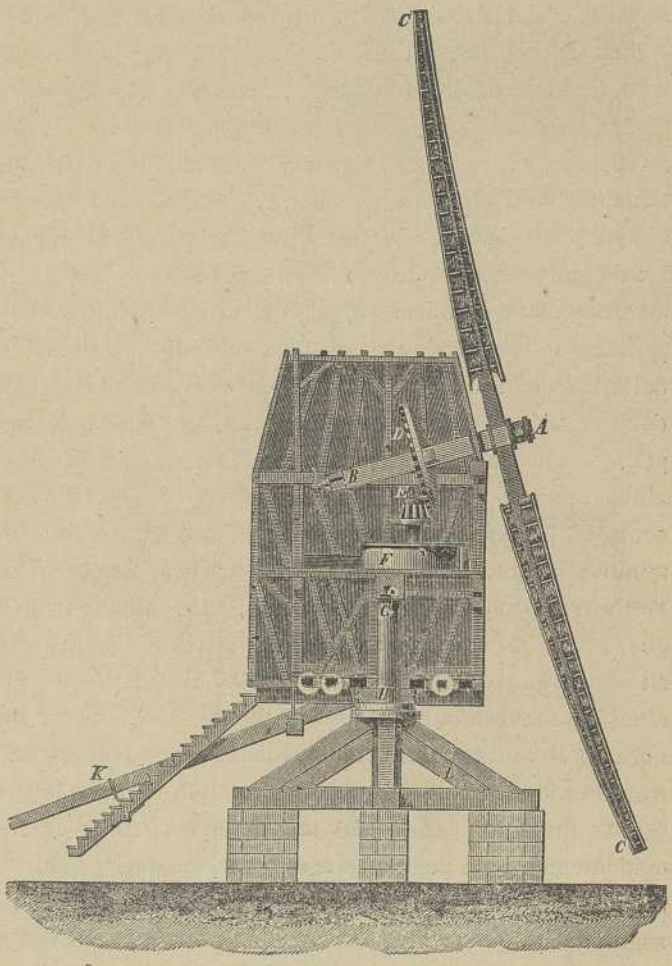


Fig. 9.ª—Corte vertical de un molino de viento montado sobre un caballete.

La primera misión de la fuerza de un molino consiste, pues, en poner en rotación los ejes de las muelas unidas á estos ejes. En efecto, debemos recordar que siempre necesitamos dos piedras, de las cuales una (la inferior, llamada *solera*), es fija, mientras que la superior (*volandera*) gira sobre la primera, lo mismo que en los molinos primitivos. Una atenta mirada á la figura 6.ª nos da á conocer la disposición y enlace entre la muela y su árbol. Para este objeto se ha representado en corte vertical la muela de la izquierda, mientras que la de la derecha se ve conforme aparece directamente cubierta por una caja de madera.

Con el fin de que el cierre sea lo más perfecto posible en el orificio de la piedra inferior fija, á través del cual pasa el eje ó árbol de la piedra superior, dicho orificio está provisto de un buje, que antes era de madera y hoy es de metal, de paredes bien lisas, de suerte que correspondan exactamente á la superficie del árbol, y con un aparato interior que mantiene engrasadas dichas superficies. El árbol, protegido por este buje contra toda vacilación, lleva en su parte superior la volandera y forma su único apoyo. Esta piedra debe estar, por lo mismo, cuidadosamente equilibrada, de suerte que su centro de gravedad caiga exactamente en el centro de la figura, en el que tiene un ojo ó abertura por donde penetran los granos. En este ojo están situadas las piezas de hierro que sirven para unir la piedra con el eje, las cuales dejan entre sí espacio suficiente para que puedan caer los granos. A esta armadura se llama *herraje*, el cual consiste en los molinos alemanes en una plancha de hierro con un orificio cuadrado en el centro, teniendo el extremo del árbol de la muela una forma en correspondencia con la de ese orificio, es decir, cuadrangular y algo aguzada en forma de pirámide. Sobre el árbol, pues, se adapta, ó más bien se ajusta la piedra, de suerte que con el tiempo ambas partes se unen tan sólidamente, que la muela y su eje se conducen como si fueran una sola pieza. Esto ofrece el inconveniente de que la más mínima inclinación ó movimiento vertical del árbol solicita con gran fuerza también á la piedra, y para evitarlo, los molinos modernos tienen, en lugar de semejante suspensión fija, un sistema de suspensión llamada *flotante*, en el que la piedra queda en libertad de mantenerse horizontal aun cuando el árbol tome una posición inclinada. En nuestra figura es visible la manera cómo la armadura ahuecada se apoya sobre la cabeza del árbol, de forma redondeada, y correspondiente á la de aquella cavidad; pero para hacer posible la comunicación del movimiento circular en este sistema se necesita evidentemente un par de transmisores, es decir, apéndices que sobresalen de la cabeza del árbol, se introducen en las cavidades correspondientes de la armadura y le imprimen la rotación. Mucho más ventajoso es todavía el sistema de suspensión llamado de *Cardán*, ó sea mediante dos ejes perpendiculares, apoyados en los correspondientes pivotes. Esta suspensión da á la pie-

dra una libertad tal, que siempre vuelve por sí misma á la posición horizontal cuando se ejerce una presión cualquiera en un punto de su superficie. En el tomo II, pág. 626 (fig. 418), hemos dado una idea de este sistema de suspensión.

Pero el espacio más importante de todo el molino es, indudablemente, la pequeña distancia que separa entre sí á las dos piedras, en el cual se realiza la labor moledora (véase fig. 10). Este intersticio debe tener el mismo ancho en todas sus partes y durante toda la operación, lo cual es condición indispensable para que la labor de las superficies moledoras sea perfecta, y supone una exacta horizontalidad de ambas y una compensación y equilibrio en el peso de la muela en todas sus partes. Además, es preciso que se pueda estrechar ó ensanchar dicha distancia dentro de pequeños límites, según lo exija el grueso de los granos y los fines especiales de la molienda, y hasta que se puedan realizar estos cambios durante la marcha de la operación. Este fin se alcanza por la elevación ó descenso de la muela superior, ó más bien de la superficie de apoyo en donde se hallan colocados los pivotes que sostienen los ejes ó árboles de las muelas. Mientras que esto se verificaba sencillamente en los aparatos antiguos mediante una palanca ó un tornillo, los molinos modernos tienen para este objeto combinaciones delicadas de tornillos, ruedas de escape, etc., que se hallan generalmente cubiertas para protegerlas contra el polvo.

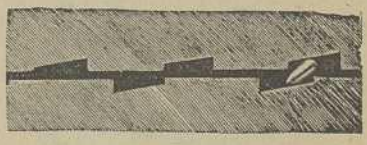


FIG. 10.—Modo de obrar las muelas.

PIEDRAS DE MOLER

Tienen una influencia principalísima en la molienda, tanto por el material de que se componen como por la preparación que hay que darles. Las ordinarias, de piedra arenisca, son las peores, pues por su. blandura se desgastan rápidamente, é impurifican la harina con su polvo. Mucho más conveniente es el basalto, que se encuentra de una clase especialmente apropiada en Niedermendig, y da las muelas tan estimadas, llamadas del Rhin. Esta roca contiene innumerables oquedades de mayor ó menor tamaño, las cuales se renuevan continuamente por el desgaste, y, por consiguiente, ofrecen siempre aristas ó esquinas agudas y cortantes; piedra procedente de ella se afila por sí misma en cierto modo, por lo cual no es indispensable el afilado artificial. Todavía son preferibles, si bien resultan demasiado caras para el uso ordinario, las muelas de París, procedentes de los alrededores de La Ferte-sous-Jouarre. Son de cuarzo lacustre de tan gran dureza, que las hace permanecer en buen uso durante muchos años. Nunca se labran de una sola pieza, sino que deben estar constituídas por pedazos que se juntan mediante

aros de hierro y un cemento de yeso. Por lo demás, sobre el material de las muelas puede verse lo que decimos á este propósito en el tomo III, al final del capítulo *Cantería y extracción de las piedras útiles.*

La muela que gira alrededor del árbol desempeña en cierto modo el papel de rueda del volante en estas máquinas, y de aquí que debe poseer cierto peso. Por esto, cuando una piedra de buena calidad llega á hacerse demasiado ligera por efecto de un uso prolongado y el desgaste consiguiente, se la destina á que sirva de piedra fija inferior para poder seguir utilizándola.

Para conservar la piedra en buen uso tiene que afilarse su superficie de tiempo en tiempo, esto es, proveer de ciertas ranuras las dos caras entre las cuales se verifica la molienda, por medio de un cincel ó escoplo y martillo, según los casos; generalmente se verifica esta labor á mano; pero en los tiempos modernos, sobre todo en molinos en grande escala, se utilizan con ventaja máquinas especiales, cuya acción descansa principalmente en el empleo de una punta de diamante que gira con extraordinaria rapidez. Estas máquinas trabajan automáticamente y con gran precisión. La fig. 11 representa una de ellas: la punta de diamante se halla sujeta á un mango, en la forma representada por la fig. 12, en la cual se ve que el diamante, *a*, está unido á la pieza *f* mediante el cono de latón *b* y el tornillo *e*. El diamante, que sobresale algún tanto, está cortado en punta y su armadura sujeta contra un pequeño árbol (fig. 13), contenido en un brazo giratorio, y su rápida rotación se determina mediante una cuerda sin fin, como se ve en la fig. 11. Mientras el diamante gira con una velocidad de doce mil vueltas por minuto, el brazo que lo lleva se transporta sobre la piedra en la dirección del surco que se quiere producir, colocándose para este fin la máquina afiladora sobre la muela en la forma que indica la mencionada fig. 11. La base de la máquina se desvía automáticamente en uno y otro sentido, girando alrededor del zócalo en forma de tubo, de manera que el movimiento de avance de los tres pies sobre la piedra es muy lento. Estas máquinas afiladoras automáticas son ya de un uso muy común, y afilan una muela en una hora próximamente. Se han adoptado diversas dispo-

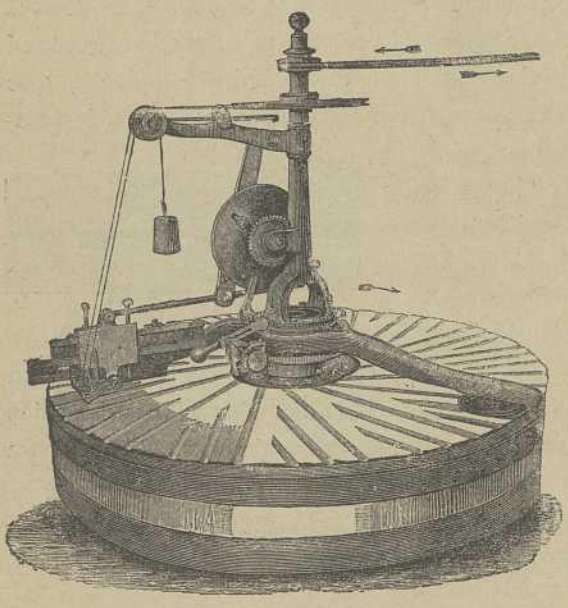


FIG. 11.—Máquina para afilar muelas, de Millot.

siciones, ya rectilíneas, ya curvilíneas, para las mencionadas ranuras, de las cuales representamos algunas en las figuras 11, 14 y 15. La primera es la más común. En todas ellas es condición indispensable que los surcos sean excéntricos, es decir, que no concurran al centro de la muela. Con esta disposición los sistemas de aristas de las dos piedras se cruzan siempre bajo ángulos agudos,

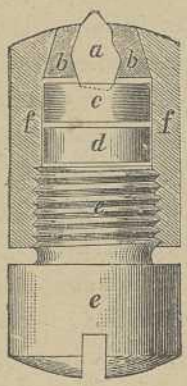


FIG. 12.—Armadura del diamante.

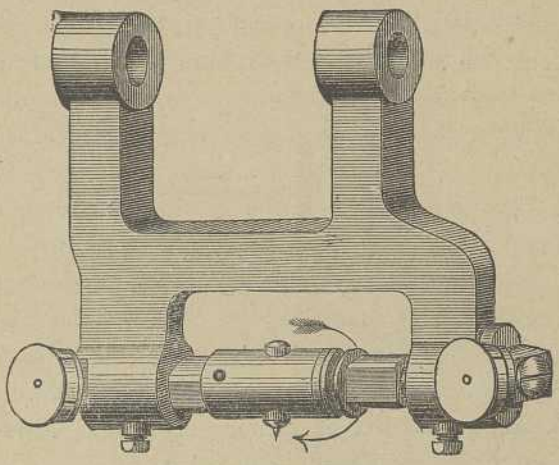
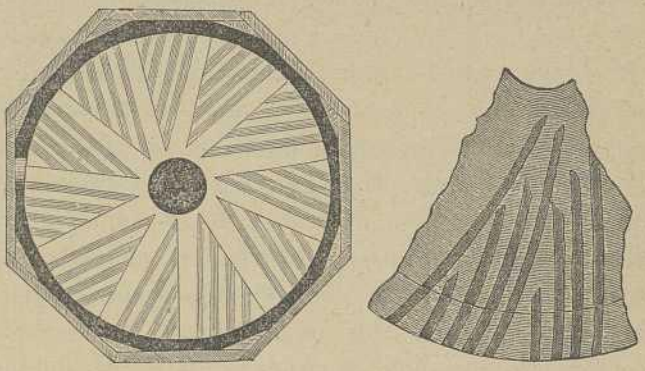


FIG. 13.—Arbol del diamante.

y los puntos de cruce avanzan sucesivamente hacia la periferia durante la rotación de las piedras, con lo cual se llena el doble objeto á que responden dichas ranuras: en primer lugar deben actuar sobre los granos de un modo cortante, á manera de tijeras; y en segundo, su acción necesita ser expulsora, de modo que la harina atraviese las piedras en un tiempo relativamente corto y venga á salir por los bordes de éstas.

Además, los surcos en general deben ser también más profundos hacia el centro y gradualmente más superficiales hacia la circunferencia, lo cual tiene por objeto que la molienda no se verifique en el tercio interior del círculo, sino que en esta parte sean los granos sólo absorbidos, como deglutidos, por las muelas, mientras que la labor propiamente moledora tenga lugar en los dos tercios exteriores de la superficie de las muelas, y dé una labor más fina á medida que la harina se aproxime á la periferia.



FIGURAS 14 y 15.—Disposiciones de los surcos en las muelas.

PROCEDIMIENTOS DE MOLIENDA

El procedimiento más usual en los molinos comunes se llama *molienda en blanco*, y consiste en verter tres, cuatro ó más veces una misma carga entre las muelas, disminuyendo cada vez más la separación de éstas entre sí. El primer paso da un moyuelo del grano correspondiente, y, por tanto, no puede separarse de éste, por tamizado, sino una harina de mediana calidad.

Tratándose del trigo, esta primera trituración basta generalmente para desprender del grano la película externa, á lo menos en su mayor parte, de manera que pueda separarse de ella y en lo sucesivo operar tan sólo con las partículas del núcleo, ó sea la llamada sémola. En el centeno, el núcleo y la película del grano están adheridos mucho más fuertemente que en el trigo, y sólo pueden separarse después de una molienda más completa. La segunda operación es la que da siempre la mejor harina, la llamada harina de flor; de las operaciones sucesivas se obtienen harinas más escasas y oscuras, hasta que, por último, el centeno deja como residuo el salvado, y la sémola de trigo, una harina oscura é inferior.

El procedimiento más antiguo, sin duda, con respecto al que el anterior aparece ya como un progreso, es el llamado tosco, que en rigor corresponde exactamente á la misma marcha que hoy se sigue en la molinería moderna, pues el grano se pulveriza pasándolo sólo una vez por las muelas. Pero la diferencia entre ambos casos es muy considerable, pues mientras que en el procedimiento primitivo las piedras arenosas trituraban el grano, de modo que quedaba también mucha parte de salvado en la harina, y por tanto sólo podía obtenerse, al cerner ésta, una clase de harina bastante coloreada, en las piedras duras y afiladas de la molinería moderna los granos son cortados como con un cuchillo de aguda hoja, y el producto no es un polvo oscuro, sino una mezcla de películas vacías, harina blanca y sémola; esto es, granos mondados y partidos en trozos no transformados todavía en harina: tres productos que fácilmente se pueden separar unos de otros, y de los cuales sólo la sémola tiene que ser de nuevo pulverizada, cuando no se vende como producto especial, para aplicarla á la fabricación de pastas para sopas, como se hace en gran escala con la de trigo. En la molinería moderna se distinguen todavía dos procedimientos: la molienda alta y la molienda simple. En el primero, llamado también molienda de sémolas, se somete primero el grano á una trituración incompleta, conforme se ha mencionado, y después se muele finamente la sémola obtenida entre piedras colocadas muy próximas entre sí, ó también entre cilindros; mientras que en el segundo los granos de cereales se emplean directamente paraa la prepración de la harina.

La elección de uno ú otro procedimiento depende de la condición ó calidad de los granos: así, por ejemplo, la alta molienda conviene principalmente para los trigos duros y silíceos, como los de Hungría; mientras que los trigos tiernos ó dúctiles se prestan mejor á la molienda simple. En efecto, se podría también dividir los trigos más blandos previamente en forma de sémola; pero no suele hacerse porque la producción de la harina con estas sémolas blandas es más difícil que partiendo directamente de los granos; sin embargo, con muelas cilíndricas se pueden pulverizar muy bien estas sémolas.

Si nos fijamos más atentamente en un molino moderno, propiamente dicho, en el que se practique, por consiguiente, la molienda industrial, encontramos que, en conjunto, la apariencia del establecimiento guarda poca semejanza con la idea que se tiene generalmente de un molino. En el sistema francés se elevan unos sobre otros varios pisos para la instalación de los diversos aparatos, con objeto de que el grano llegue al piso inferior convertido en harina, descendiendo durante la operación, y sin que se tenga que volverla á subir para nada. En la parte superior se hallan las máquinas purificadoras que suministran el grano á los diversos molinos ó aparatos moledores, los cuales transportan la molienda á los refrigerantes, que á su vez la conducen á las máquinas cernedoras, y, por último, desciende la harina á los sacos. El servicio de los molinos se hace todo lo automáticamente posible. Para elevar grandes masas existen ascensores, puestos en combinación con la maquinaria y provistos generalmente de un asiento para los operarios. Para el transporte horizontal de cargas existen vagones ó vehículos que corren sobre carriles. Para elevar continuamente pequeñas masas funcionan, con el nombre de elevadores, mecanismos en rosario, esto es, cadenas sin fin con cajitas de lata, y para el transporte lateral de la harina se utilizan roscas, es decir, canales, en los que gira un tornillo de Arquímedes. Todo el mecanismo de molinería se construye, en lo posible, de hierro; con lo cual, no sólo se economiza espacio y se obtiene mayor estabilidad y duración, sino que también la marcha de los engranajes y transmisiones se hace con más facilidad y menos pérdida de fuerza por rozamiento.

La fig. 16 representa un molino según el sistema inglés, y puede servir como modelo parcial de una fábrica de harinas, pues en una de éstas existen muchos juegos de muelas ordenados en una ó dos series, ó bien colocados en grupos cuadrangulares ó circulares. A la izquierda, en 8, se ve el motor de vapor, su rueda volante, 9, está dentada é imprime una rápida rotación al piñón 10, y con él al árbol principal 11, el que comunica la rotación á los ejes de las muelas por medio de ruedas cónicas. Las piedras funcionan dentro de las cajas cerradas, 13; los granos llegan por la parte superior procedentes del aparato purificador *N* al canal con tornillo, 14, el cual los distribuye sobre los diferentes embudos, 15. La entrada de los granos en las piedras se regula

en la forma que muestra la fig. 17. El grano cae por el tubo vertical *r*, cuyo extremo inferior penetra por el ojo de la muela superior y se abre encima de la plancha *t*, que gira con la muela, con lo cual impulsa á los granos, que caen sobre su superficie, á que tomen parte también en su rotación, y al hacerlo se vierten por los bordes entre las superficies moledoras de ambas piedras *g* y *h*. La boca del tubo de conducción *r*, que puede alargarse ó acortarse por medio de un trozo que enchufa á frotamiento, se halla inmediatamente encima de la plancha *t*; pudiéndose á voluntad hacer más rápida ó más lenta la caída del grano, según que se ponga más próxima ó más separada de dicha plancha, sacando ó metiendo el tubo.

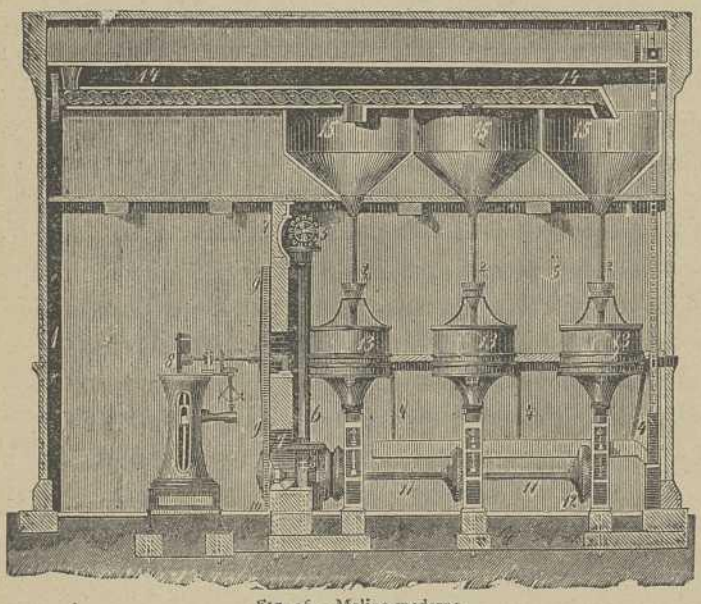


FIG. 16 —Molino moderno.

El producto de la molienda abandona el espacio entre las piedras por los tubos, 4 (fig. 16), para caer á un canal cerrado, dentro del cual es transportado lateralmente por un tornillo, bien directamente á los cernedores cilíndricos, bien primero á un espacio especial para su enfriamiento. En efecto; la molienda en seco con los molinos artificiales lleva consigo un caldeo más ó menos intenso de la harina, por efecto de la adaptación tan exacta entre las piedras y su acelerada marcha. Como quiera que esto es un inconveniente que podría producir, llevado á un alto grado, hasta la pérdida de la harina, varios constructores de molinos han hecho tentativas ingeniosas para conseguir una molienda en frío, mediante la renovación del aire entre las piedras. La disposición adoptada para este objeto es muy sencilla: se reduce á una pieza que rastrilla la harina sobre un plano. En el centro de una plancha grande y circular con reborde, sobresale un árbol que lleva en su parte inferior una piezatransversal dentada. Al girar el árbol lentamente, el rastrillo recorre todo el círculo, recoge la harina á medida que es vertida en un punto de su circunferencia, y no sólo la arrastra, sino que al mismo tiempo la va acumulando gradualmente en el centro, haciéndola recorrer espirales, pues los dientes consisten en laminitas oblicuas; al llegar al centro del disco, desapa-

rece por dos orificios allí situados para ser conducida inmediatamente á los tamices cilíndricos. A su paso sobre el disco refrigerante pierde la harina, no sólo su calor, sino también la humedad que siempre contiene, aunque proceda de los granos más secos. Este enfriamiento y esta desecación son indispensables cuando se ha de obtener harina inalterable, y se realizan de un modo mucho más práctico por medio del aparato representado en la fig. 17. En primer lugar, dentro del cilindro *a* hay un tubo para la entrada del aire al orificio central de la muela superior, cuyo aire es extraído por un aspirador, *f*, al que se dirige á través del camino indicado por las flechas, pasando por entre las muelas, donde abandona la harina. Con objeto de que la corriente de aire no pueda arrastrar la harina hasta el aspirador, lo cual produciría pérdidas, existen dentro de la caja que cubre las muelas, y encima de éstas, un filtro de franela, *b*, sostenido por una armadura de alambre, el cual deja pasar el aire, pero no la harina. Por medio de un mecanismo ingenioso, cada cuarto de hora es expulsada del filtro la harina acumulada allí, de suerte que cae sobre la muela superior y es lanzada por ésta hacia los lados.

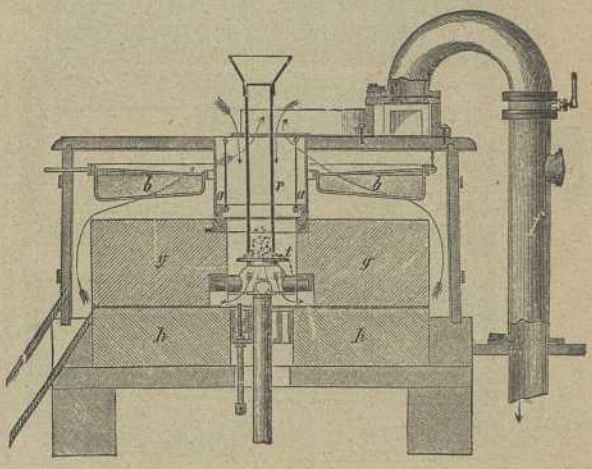


Fig. 17 —Ventilación de un molino.

Semejante operación es necesaria para que la capa de harina depositada sobre el filtro no adquiera un grueso tal que impida el paso del aire.

Teniendo en cuenta esta última circunstancia, se han adicionado modernamente aparatos especiales para la aspiración. Con ellos, no sólo es posible golpear á cada momento los filtros y juntar la harina expulsada cada vez con la clase correspondiente, sino que al mismo tiempo se deseca continuamente todo el aire contenido en el molino, evitándose así todo enmohecimiento y formación de engrudo. Una de las mejores disposiciones para la aspiración es la inventada por *Jacks y Behrens*, que provee á cada uno de los molinos que deben ventilarse, de una cámara de condensación propia; esto es, de un fieltro de franela de algodón de pelo largo, al cual se da la mayor superficie posible mediante una forma como de abanico; encima se halla un espacio cerrado, del cual extrae el aire un aspirador por medio de un tubo. Todavía se han introducido con éxito en los últimos años otras modificaciones importantes en los modos de ventilación y tamizado ó clasificación de las harinas. Por lo pronto observamos que los tamices usuales, antes cilíndricos, tienen hoy la forma de

verdaderos prismas hexagonales. Consisten en un árbol que los atraviesa y al que va unido un armazón ligero con seis tabiques longitudinales; sobre el armazón se pone una gasa de seda cuya espesura ó transparencia varía entre ciertos límites. En Inglaterra se emplean también telas metálicas. Los cilindros forman, pues, tubos abiertos por los dos extremos, de seis á siete metros de longitud por ochenta á cien centímetros de diámetro, que se hallan colocados dentro de cajas especiales, en posición algo oblicua, para lo cual uno de de los dos apoyos está algo más bajo que el otro. La harina entra por el extremo superior á través de un embudo y desciende por el plano inclinado que le ofrece el suelo del cilindro en virtud de un movimiento rotatorio (unas veinticinco ó treinta vueltas por minuto), y de las agitaciones que le transmite con sus golpes un martillo mecánico; las partículas cuyo grueso es inferior al de las mallas del tejido, caen á través de él, mientras que lo restante sale del cilindro por su extremo inferior. Por lo común existen inmediatos cuatro cilindros cuyas mallas tienen un grado diferente de finura, y que la molienda atraviesa sucesivamente. También se suelen poner sobre un mismo cilindro trozos de tela de dos ó tres grados diferentes de finura, los más finos para la parte superior, y en este caso la caja del cilindro se halla dividida por tabiques en otros tantos compartimientos, obteniéndose por un sslo paso del producto, varias clases de harina. Contribuyen á hacer más tenue la harina que atraviesa el tamiz: primero, el aumento de la cantidad que penetra en el cilindro; segundo, el aumento en la inclinación de éste, con objeto de que sea atravesado más rápidamente por la harina; y tercero, la moderación de las agitaciones que le imprime el martillo, y las del movimiento rotatorio. Las condiciones opuestas hacen que caiga una harina de grano más grueso y que disminuya la proporción que llega al extremo inferior del cilindro. La mayor parte de los cilindros se encuentran dispuestos de modo que permiten modificar la marcha de la harina en la forma indicada. La fig. 18 representa una de las máquinas de construcción moderna para la labor del cernido de las harinas, á saber: la máquina cernedora universal de *Enrique Seck* y *Compañía*, de Francfort. Sobre un árbol horizontal se insertan

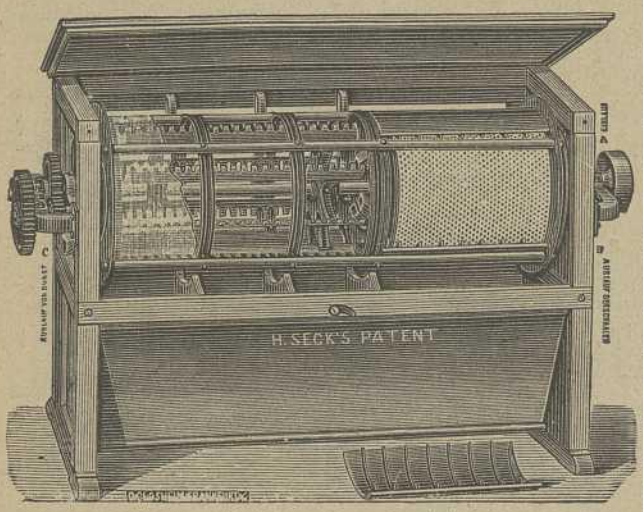


FIG. 18.—Máquina cernedora universal, de Seck.

dos sistemas de alas separadas entre sí por un tabique que divide la máquina en dos porciones. La primera parte de la superficie cilíndrica se halla recubierta por una lámina de cinc, finamente agujereada; la otra, poruna gasa de seda; aquélla hace el efecto de una criba, y ésta el de un tamiz propiamente dicho. La molienda penetra por *A* en la máquina, es transportada por un hélice hasta el extremo de la primera porción y cae aquí sobre el primer sistema de alas, que se ve fuera de la figura, y que deja pasar por los orificios de la superficie metálica la harina y el polvo, mientras que la cascarilla y la sémola, en virtud de la disposición de cada una de estas alas, es obligada á retroceder hacia el punto de partida, y sale del cilindro por la boca *B*. La harina y el polvo penetran en una segunda cubierta cerrada de metal, que por medio de un canal en espiral, adaptado á su superficie interna, las conduce directamente á la máquina cernedora, donde son recogidos por el segundo sistema de alas. En esta máquina pasan la harina y el polvo fino á través de la gasa, mientras que el polvo más grueso sale por el extremo posterior á través de la boca *C*.

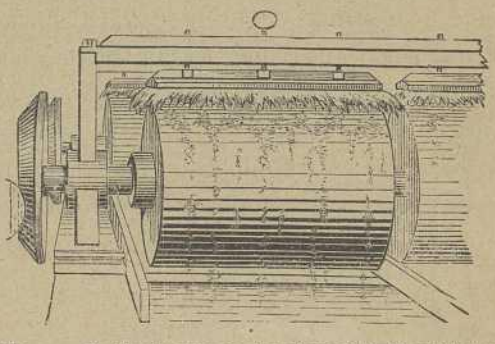


Fig. 19.—Purificador eléctrico de harinas, de Smith y Osborne.

Hace poco tiempo ha llegado hasta nosotros, procedente de América, una máquina cernedora sumamente original, que se funda principalmente en la aplicación de la electricidad por frotamiento. Es sabido que un cilindro de cautchuc vulcanizado se electriza en su superficie por el frotamiento; si, pues, se coloca uno de esos cilindros en dicho estado sobre el producto molido que se quiere cerner, las partes más ligeras de éste, es decir, las procedentes de la película del grano, serán más fácilmente atraídas que las partículas de harina, más densas; de modo que poniendo el cilindro á cierta distancia de la mezcla, el salvado se dirigirá hacia él, mientras que la harina y la sémola permanecerán en reposo. En esta propiedad se funda la máquina eléctrica purificadora de harinas, de *Smith y Osborne*, que representamos en la fig. 19. El producto que se ha de cerner llega á un tamiz horizontal, movido á sacudidas hacia uno y otro lado, y cuya primera mitad es más fina que la segunda. El movimiento del tamiz impele el producto á recorrerlo de uno á otro extremo, de suerte que atraviesan sus intersticios, primero las partículas más tenues, y después las más gruesas. Sobre este tamiz se halla cierto número de cilindros de cautchuc vulcanizado que desarrollan electricidad por su frotamiento contra cepillos de pelos de animales ó cosa análoga, colocados encima. Las cascarillas de los granos, que son mucho más ligeras y ofrecen mucha más superficie que las partículas de harina, no pasan á través del tamiz, sino que, por el contrario,

con la agitación se elevan cada vez más, atraídas con mayor fuerza por los cilindros de cautchuc cargados de electricidad, y se separan así de las más densas partículas de harina. El salvado recogido por el cilindro se acumula delante de los frotadores y cae finalmente en un canal situado entre ellos. Este canal es vaciado por medio de un émbolo que va unido á una cuerda entre dos poleas, y vierte el salvado en otro tubo lateral; dentro de éste hay un tornillo propulsor que lleva el salvado á un punto donde, por último, se reune, mientras que la harina cernida es transportada por otro tornillo hacia el otro extremo. Aunque parece que esta máquina funcionó en la Exposición de París de 1881, no podemos menos de manifestar algún recelo respecto á su aplicación.

En cambio, se ha demostrado prácticamente en estos últimos tiempos la excelencia de la máquina cernedora centrífuga de *Nagel y Kamp*, de Hamburgo, construída según la idea del constructor de molinos Lukas de Dresde. El tamizado se produce en ella de la manera siguiente: dentro de un cilindro de gasa gira con rapidez un sistema de alas que, en virtud de una combinación en forma helicoidal, recoge la harina y la lanza contra la gasa por efecto de la fuerza centrífuga. Esta máquina cernedora consiguió un éxito que en varias tentativas anteriores no se había podido obtener por defectos de construcción, independientes del principio en que se funda.

MOLINOS CILÍNDRICOS

Como una novedad interesante á propósito de molinería, merecen mencionarse los molinos cilíndricos construídos primeramente por el mecánico suizo *Sulzberger*, y que han determinado un cambio radical en los molinos, de modo que hoy no se parecen ya á los antiguos ni en el fondo ni en la forma. En vez de las piedras empleadas desde los primeros tiempos, tienen estos molinos un par de cilindros, y se puede comprender fácilmente su mecanismo por la siguiente descripción y el sencillo grabado de la fig. 20. En un armazón de hierro se hallan, sobrepuestos unos á otros, tres pares de cilindros, todos ellos de 40 centímetros de largo y otros tantos de diámetro. Debajo de cada par hay un cuerpo cuneiforme, contra cuya superficie cilíndrica cóncava giran los cilindros. Cada dos de estos armazones, ó sean seis pares de cilindros, forman un sistema cuya primera mitad tritura groseramente los granos, mientras que la segunda hace la harina. Los cilindros de los molinos trituradores están construídos en la máquina de Sulzberger, de hierro templado, y están finamente estriados á lo largo, aumentando de un modo sucesivo el grado de finura de las estrías, las cuales tienen, además, una ligera inclinación lateral, de manera que el corte transversal del cilindro aparece á la vista como la rueda

catalina de un reloj. De los molinos harineros sólo el primero se halla ligeramente estriado, y los otros dos son lisos por completo; y, al contrario, todas las superficies de las piezas inferiores están cinceladas de modo que presentan pequeñas desigualdades como una lima. Puestos los cilindros en rotación, mientras por encima caen entre ellos los granos desde una tolva, son éstos primero apresados rápidamente entre los cilindros, y llegan así por uno ú otro lado á los intersticios, aún más estrechos entre cada cilindro y el cuerpo inferior cuneiforme, donde se hace más tenue la división. Lo que ha pasado por un par de cilindros es recogido por otra tolva y obligado á pasar por entre el par siguiente, cuyos espacios internos se cuida antes de que sean algo más estrechos que los anteriores, á cuyo fin existen en todos ellos tornillos de ajuste. La marcha de los cilindros tiene además la particularidad de que uno de ellos aventaja al otro algún tanto en rapidez, con lo cual la acción de las aristas salientes no es meramente cortante, sino que tiene también algo de desgarradora y compresora. A este fin, el cilindro que recibe directamente su movimiento del mecanismo motor, contiene un piñón de 16 dientes, con el que engrana otro unido al segundo cilindro del par, provisto de 17. Al recibir, pues, éste cilindro su rotación del primero, tarda un poco más en completar la vuelta, y así en el caso ordinario realizan en un minuto 229,50 vueltas el primero, y sólo 216 el segundo. Una vez triturado el grano al pasar á través del primer sistema de cilindros, se separa, mediante aparatos cernedores, la harina del salvado y de la sémola contenida en este primer producto, siendo la última convertida completamente en harina por un segundo grupo de cilindros. Por lo demás, estos molinos son sólo para trigo, pues en el centeno es demasiado firme la adherencia entre el grano y la cascarilla. Sin embargo, el primer paso del centeno puede á lo menos dar muy bien sémola de este grano. Pero la harina de trigo producida por los molinos cilíndricos excede en finura á toda otra, y se presta, por tanto, de un modo excelente á la fabricación de pan de calidad superior, así como también al transporte y conservación, pues en dichos molinos el trigo es triturado completamente en seco. Los cilindros de la marca *Ganz* y *Compañía*, de Budapest, están hechos de un hierro colado duro muy apropiado, y son también estriados paralelamente á su eje, de suerte que en su sección transversal aparecen como una sierra. Los dientes de ambos cilindros se dirigen en sentido contrario, y e uno se mueve de dos á tres veces más rápidamente que el otro. En los últmos años se han introducido todavía diferentes modificaciones y perfeccionamientos en la construcción de los molinos cilíndricos, y entre ellas, en particular, la de *Fr. Wegmann*, de Zurich, que construye los cilindros del llamado bizcocho de porcelana (porce-

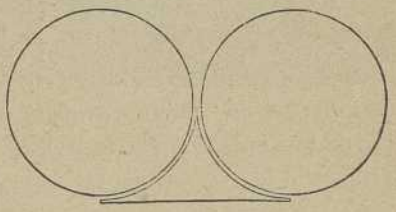


Fig. 20.—Molino cilíndrico.

lana sin vidriar), con los cuales se puede obtener una harina mucho más fina y blanca de lo que permite cualquier otro material. Pero, además, los molinos cilindrícos deben á Wegmann otro perfeccionamiento muy importante: la impulsión automática de uno de los cilindros del par por medio de pesas y resortes. La figura 21 muestra uno de estos molinos cilíndricos de porcelana, sistema Wegmann; también en ellos la velocidad de los dos cilindros de un par es diferente. El anterior descansa sobre dos brazos de palanca verticales, y puede ponerse en juego, ó fuera de él, mediante los resortes que se ven en la parte superior de la figura.

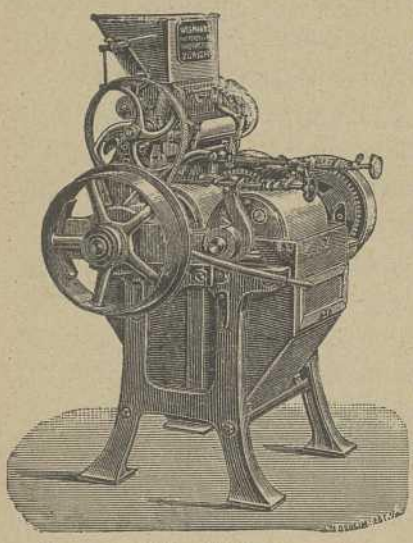


FIG. 21.—Molino cilíndrico de porcelana, sistema Wegmann.

El molino cilíndrico ya mencionado de Ganz y Compañía (patente *Mechwart)*, con cilindros de hierro colado duro y anillos de suspensión para disminuir el rozamiento, se halla representado en la fig. 22. Por lo demás, advertiremos aquí que también se construyen hoy los molinos de porcelana de Wegmann con cojinetes equilibrados por contrapesos.

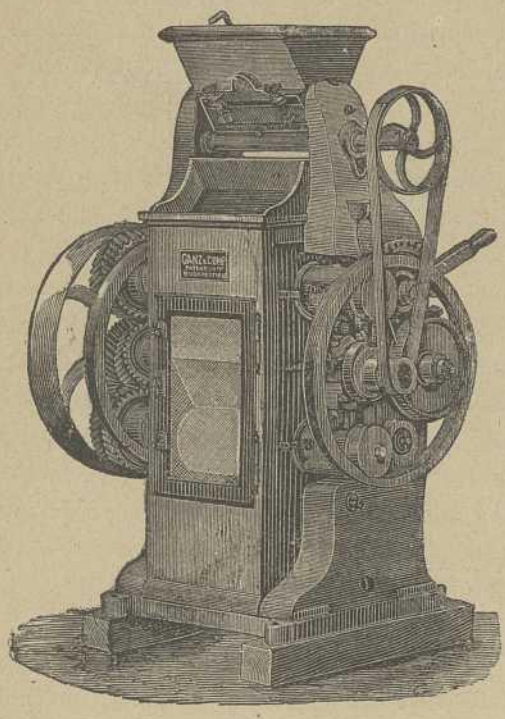


FIG. 22.—Molino de Mechwart.

También se ha intentado introducir en la industria molinera el desintegrador de Carr, empleado con éxito en la división de los minerales; parece, sin embargo, que en este terreno ha hecho poco camino. Mejor acogida ha alcanzado la aplicación de otras máquinas, en las que las muelas son indispensables, y llevan á cabo lo que los cilindros no pueden realizar por completo, al menos con el centeno, ó sea la trituración perfecta de la cascarilla. Lo principal de estas máquinas consiste en dos discos provistos de puntas, dispuestas de tal suerte, que las del uno giran en

los huecos del otro. Se puede hacer marchar los dos discos en sentido contrario; pero es más práctico tener uno de ellos fijo mientras que gira el otro. Semejante disposición adolece del inconveniente de que es más difícil de regularizar; pero tal vez se consiga evitarlo mediante nuevos perfeccionamientos.

Los aparatos moledores modernos, cuya labor no hay que limitar á las mezquinas proporciones á que la reduciría la fuerza muscular humana ó de los animales de tiro, ni á las eventualidades de la acción del viento y del agua, no dejan nada que desear con respecto á las cantidades de producto molido. En la grandiosa fábrica de harinas de Meaux, cerca de París, 20 operarios pueden moler al día el grano necesario para 100.000 soldados; corresponde, pues, una persona dedicada á esta labor por cada 5.000 consumidores. Recuérdese ahora, en cambio, que, según cuenta Homero, durante la ausencia de Ulises tenía Penélope que emplear día y noche doce esclavas en moler la harina necesaria para el consumo de la casa, acrecentado por la presencia de importunos adoradores. Ahora bien; por muy lejos que queramos ir en nuestros cálculos, supondremos, como máximum, que se sentaran diariamente á su mesa 300 huéspedes, de lo cual resultaría que, con los procedimientos molineros de los griegos en tiempo de Homero, por cada 25 personas tendría que haber, por lo menos, una consagrada exclusivamente á convertir en harina los granos de cereales necesarios para la alimentación de las demás. Para deducir, como término á esta reseña, una idea relativa á los beneficios reportados á la humanidad con los progresos modernos, y en general en la industria harinera, hay que tener en cuenta la importancia de la pureza de la harina en nuestra alimentación. Ciertas sustancias que antes permanecían en la harina, no pudiendo ser digeridas por el hombre, eran eliminadas, como pérdidas, en proporción próximamente de un 20 por 100. Pero desde que los procedimientos modernos han evitado semejante pérdida, dando mayor valor á todos los productos mediante una separación más perfecta de los de cada clase, se ha acrecentado de un modo considerable la riqueza, alcanzando esta producción en Alemania la suma de 53.750.000 pesetas al año. Las sustancias no digeribles directamente por el hombre pueden servir para la alimentación de los animales y ser transformadas en carne de éstos, que, á su vez, se la puede asimilar el hombre mismo. Así, el espíritu de investigación, aplicado á la fabricación racional de las harinas, coopera considerablemente á la solución del gran problema social: aumentar el bienestar material de los pueblos.

SÉMOLAS Y CEBADA PERLADA

La sémola, que siempre resulta, en primer término, de la molienda del trigo, constituye ya por sí misma un producto comercial estimado, y así no es raro encontrar molinos en que se hace objeto preferente de la

labor el prepararla, estando dispuestos de la manera más favorable para obtenerla en la mayor proporción posible. En este caso, la labor principal consiste en separar de la harina y salvado la sémola, y en clasificar ésta en diferentes suertes, por su finura, empleándose para ello máquinas especiales. Una de las mejores de este género es la máquina purificadora de sémolas de *A. Millot*, de Zurich, cuya disposición se puede comprender medio de los dibujos en sección de las figuras 23 y 24. La sémola que se quiere purificar cae desde la tolva de ingreso en la máquina *F*, sobre las cri-

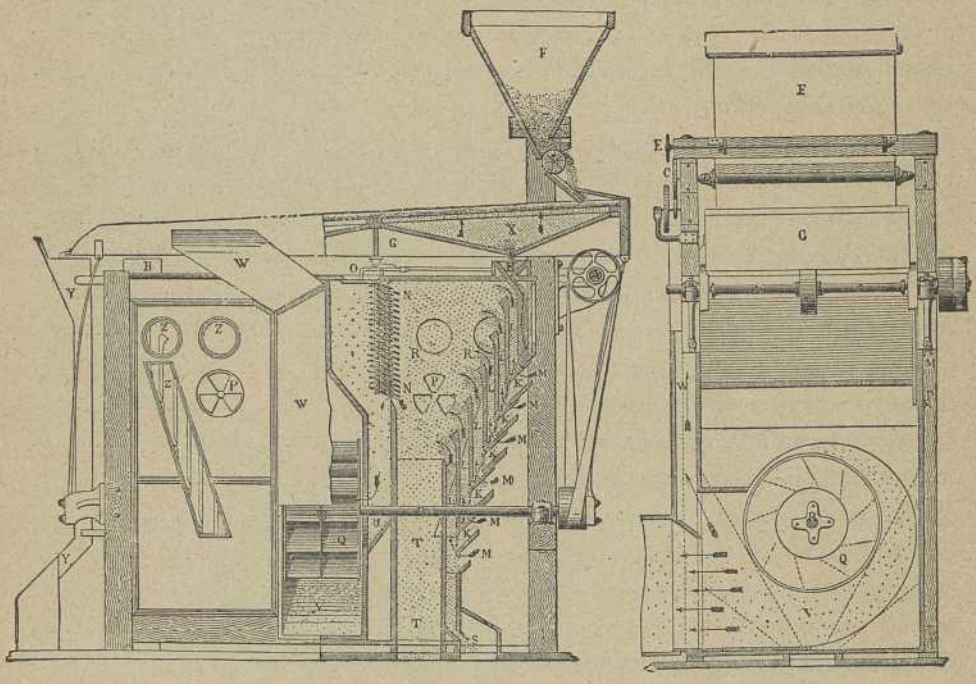


FIG. 23 FIG. 24.

Máquina purificadora de sémolas de Millot (corte longitudinal y corte transversal).

bas *X*, que reciben un movimiento de sacudida, al mismo tiempo que por sus orificios atraviesa una corriente de aire de abajo arriba, en la dirección de las flechas. Las cribas se mueven á uno y otro lado, haciendo correr obre ellas la sémola de uno á otro extremo. La corriente de aire enviada por el ventilador *Q* á través de la cámara *W*, y, por último, á las cribas por su cara inferior, sostiene en suspensión las partículas de salvado mezcladas con la sémola, de modo que aquéllas permanecen flotantes, y se las ve revolotear por encima de éstas. Ahora bien; las partículas de sémola van cayendo por su propio peso á través de los orificios de las cribas á medida que estos orificios, que se ofrecen á su paso, tienen suficiente diámetro para permitirlo, mientras que las de salvado, transportadas por las cribas, siempre en suspensión, son vertidas en el extremo sobre el canal *Y*. La parte inferior de la máquina posee dos com-

partimientos simétricos, correspondientes á las dos cribas, y separados entre sí por el ventilador *Q*. La sémola penetra por *H* en estos compartimientos, cae por un tubo estrecho y es recogida en su abertura inferior por una corriente de aire que arrastra el salvado hacia *L*. Las partes más densas caen por unos orificios en *k*, mientras que las partes más ligeras, flotantes alrededor, quedan sometidas á la acción de la corriente de aire inmediata. La sémola viene á experimentar, en total, seis veces la acción del viento, que penetra en la máquina *M* y que conduce el polvillo á *T* y el salvado á *V*, fuera de la máquina. La intensidad de la corriente se regulariza mediante las persianas *NN*, la válvula *O* y el disco giratorio *P Z;* son ventanas cerradas por cristales, que permiten observar desde fuera el funcionamiento de la máquina.

La cebada perlada es, con respecto á la cebada, lo que la sémola con respecto al trigo; consiste, pues, en los granos mondados de la cascarilla, ó en pedazos de estos granos, pero que por medio de una labor especial han recibido una forma más ó menos completamente redondeada. La fabricación de la cebada perlada se inventó en Alemania en el siglo XVII, y estuvo limitada en un principio á la producción de las clases más toscas en que el grano era simplemente despojado de la película externa, de la cual se observaba todavía algún resto en la hendedura germinal. Para obtener las clases más finas de cebada perlada se divide primero el grano, es decir, se convierte en sémola, y luego se redondean los granos de ésta. La labor de las máquinas correspondientes consiste, pues, en despuntar, descascarillar y partir los granos, y, por último, en redondear, separar y clasificar los trozos. Para ello se emplean molinos especiales que antes hacían toda la labor, mientras que hoy, para las clases más finas de cebada perlada, se usan sistemas de cilindros con fuertes estrías que parten los granos, y en parte también los descascarillan, y cuyo producto, que es una especie de sémola, se somete luego al molino encargado de separar y dar forma á los trozos. Este verdadero molino de cebada perlada difiere por varios conceptos de un molino de harina ordinario. Dentro de cada caja gira solamente una piedra: la otra es aquí innecesaria, puesto que no es la superficie de la base, sino la superficie cilíndrica lateral, la que tiene que realizar la labor de un modo semejante á una piedra de afilar. Dicha muela no tiene en general estrías; pero su estructura debe ser granulosa y tal, que su superficie exterior conserve siempre cierta rugosidad bastante marcada; no debe, pues, ofrecer un frotamiento liso. La caja que rodea á la piedra, á pequeña distancia, está recubierta por su cara interna con chapa metálica agujereada, á modo de una criba tosca. Se forma así un espacio anular, limitado por dos superficies ásperas, en el que tiene lugar el trabajo útil de la máquina. Una vez en marcha el molino, fluye el grano sobre el centro de la muela, la cual gira algo más rápidamente que la de un molino ordinario. Esta muela no tiene vacío alguno en su centro, sino que, por el contrario, su superficie superior se

halla abovedada en forma lenticular, y, por consiguiente, la masa del grano corre rápidamente hacia el borde y entra en el hueco anular, donde se la obliga á dar vueltas al par que se la comprime, de modo que cada trozo pierde los picos y aristas, redondeándose y soltando la cascarilla. La masa, consistente en granos de cebada perlada, harina y salvado, cae por un orificio de la caja sobre un aparato de purificación, que contiene varios cernedores de tela metálica en continua agitación, y sobre éstos, á veces, un cilindro con alas, que producen corrientes de aire. Después de este proceso de separación, pasan todavía los granos finos de cebada perlada á un aparato especial de clasificación que contiene una serie de cernedores, puestos también en agitación, y que sobre fondo de pergamino ó de chapa llevan orificios circulares finos y de diámetro diferente en cada cernedor.

LA PANIFICACIÓN

Adonde quiera que dirijamos nuestra mirada, bien en los tiempos pasados, bien en los presentes, no encontramos pueblo alguno tan desprovisto de cultura que no se sirva del fuego para preparar sus alimentos, ya sea con ó sin el intermedio del agua; esdecir, por vía húmeda ó seca. Así, el hombre come la carne cocida ó asada, los granos de cereales en forma de papas ó engrudo, y de pan. Pero para obtener pan propiamente dicho, no basta someter, sin más, á la acción del calor, una masa harinosa : en este caso sólo se producirá una sustancia compacta, córnea, de difícil digestión y desprovista completamente de sabor agradable : aquella masa debe, por el contrario, someterse previamente á un ablandamiento. En los primitivos tiempos, la fabricación del pan no llegaba más allá de lo dicho, y todavía hoy existen hombres que se alimentan de productos tan defectuosos como el pan de los indios y de las caravanas africanas y la galleta de los suecos, que hasta hace poco constituía ordinariamente el equivalente del pan en los barcos, etc. Para que el pan sea un alimento de gusto agradable, de fácil digestión y de valor alimenticio, es preciso, como sabe todo el mundo, que antes de la cocción sufra la masa una fermentación bien conducida, durante la cual el gas carbónico desprendido esponje la masa, haciéndola porosa, y, por lo mismo, más digerible después de la cocción. En la antigüedad se sabía esto, pues ya los judíos del tiempo de Moisés comían pan agriado, es decir, fermentado, y en la Biblia encontramos citada, en una metáfora muy expresiva, la levadura con su acción contaminadora. Si añadimos á esto que los hornos más antiguos de pan encontrados en ruinas egipcias y de otros pueblos tienen una construcción completamente idéntica á la que hoy observamos en los de nuestras aldeas, hay que admitir de buen grado que también el pan de la antigüedad

debió ser semejante al nuestro. De todos modos, hasta hace algún tiempo sólo se sabía utilizar el trigo y la cebada, desconociéndose, por consiguiente, la bondad de nuestro alimenticio pan de centeno; sin que esto quiera decir que no se comíese pan negro, el cual resulta siempre que se trabaja con levadura, pues el color oscuro es una consecuencia de dicho procedimiento, no una propiedad exclusiva del centeno; se puede igualmente hacer pan negro con harina de trigo.

Tampoco se hacía únicamente pan para satisfacer el hambre en la antigüedad, sino que se preparaban además productos más delicados. En la época del apogeo de Roma, los panaderos expendían en esta ciudad toda clase de bollos y pastas y otros artículos de lujo, relacionados con la panadería. Los italianos de la Edad Media, por el contrario, eran tan ineptos, que se dejaban fabricar por los extranjeros hasta el pan para el consumo diario. Los alemanes, los mejores panaderos del mundo á la sazón, eran los que ejercían la industria en Roma, Venecia y todas las principales ciudades, después de haberse constituído en asociación en el siglo XII. Se distinguieron también los alemanes especialmente por inventos y modificaciones de todos géneros en la panadería, con formas y denominaciones propias.

Así, pues, la fabricación del pan se ha conservado durante siglos y miles de años, ya como ocupación doméstica, y en este caso perteneciente al dominio de la mujer, ya cómo modesta industria, pero sin que cambiara esencialmente su modo de ser. Sin embargo, en nuestros tiempos, tan amantes del progreso, no podían faltar las ideas reformadoras, capaces de abrirse camino en un terreno de la importancia del que nos ocupa. Se han ideado multitud de nuevos hornos de panadería, en parte artificiales y complicados, bien sea para economizar en combustible ó poder emplear en él materias baratas, como carbón de piedra, etc., bien sea para hacer posible una labor continua. No menos numerosas y variadas son las máquinas propuestas para emancipar al hombre de la parte más molesta de las tareas de panadería. Pero estos mecanismos automáticos sólo tienen aplicación práctica en establecimientos en grande escala, como panaderías militares, cooperativas, etc., de las que las últimas son hijas legítimas del espíritu fabril moderno, que cada día trata de ganar más terreno, y en virtud del cual, después de haberse establecido fábricas de harinas, se intenta establecer también fábricas de pan, en cuyo favor pueden naturalmente alegarse todas las ventajas que van anexas en general á cualquier labor en gran escala. Estas fábricas se originaron en Inglaterra, donde parece que han arraigado mejor que en ningún otro país.

También la ciencia ha consagrado felizmente su interés al proceso de la panificación; ha estudiado con esmero los componentes de los granos de cereales, y los fenómenos físicos y químicos que tienen lugar en la formación del pan, sancionando el procedimiento seguido desde antiguo comoexacto y

adecuado al fin propuesto, aunque naturalmente bajo la condición de que se realizara sin ningún defecto. Pero al poner en claro la teoría de lo que pasa durante dichas operaciones, enseña á corregir estos defectos; de modo que si los prácticos no fueran en general tan refractarios á la teoría, hace tiempo que no comeríamos sino un pan verdaderamente bueno y no debería oirse más el pretexto fatalista de que «no siempre está el horno para bollos».

LA HARINA Y EL PAN DESDE EL PUNTO DE VISTA QUÍMICO

Para poder estudiar con más exactitud el proceso de la panificación, consideremos ahora más detenidamente los granos de cereales, y encontraremos que son apropiados por completo para nuestra alimentación, toda vez que contienen, en una buena proporción, tanto componentes nitrogenados (gluten y albúmina vegetal), como no nitrogenados (fécula). Además existen también en ellos, en cantidad considerable, fosfatos térreos, que son irreemplazables para el sostenimiento del sistema óseo. En una harina buena ordinaria se encuentra próximamente un 10 á 15 por 100 de gluten, 2 á 3 por 100 de albúmina vegetal, 60 á 65 por 100 de fécula, y algo de dextrina y glucosa. Al gluten y á la albúmina vegetal se debe también que la harina pueda formar con el agua una masa, lo cual no se conseguiría, según es sabido, con el almidón (fécula) sólo. El gluten es la materia más estimada en la harina; el almidón es de menos valor, porque puede con más facilidad reemplazarse con otras sustancias alimenticias. Ambas se encuentran, en la proporción más conveniente para la alimentación humana, en el trigo, que sólo contiene un 2 por 100 de fibra vegetal no digerible; todo lo demás debe separarse por un buen molino, constituyendo una harina totalmente panificable; lo cual sin embargo, dista mucho aún de haberse conseguido, pues hasta con los mejores molinos el salvado que se obtiene alcanza el valor de un 12 á 20 por 100 en peso (20 en los molinos ordinarios, correspondiendo 10 al salvado grueso, 7 al fino y 3 á la harina de salvado), cuyo salvado, á su vez, contiene de 60 á 70 por 100 de las materias alimenticias del grano.

«Es evidente (dice Liebig, en sus cartas sobre la química) que haciendo el pan con harina sin cerner, la cantidad de pan obtenido aumentaría por lo menos en $\frac{1}{6}$ ó $\frac{1}{5}$, y su precio podría rebajarse en la diferencia entre el precio del salvado (como alimento del ganado) y el de la harina. El salvado tiene gran valor en tiempos de escasez, como aditamento á la harina, y es insustituíble, en este aspecto, por cualquiera otra materia alimenticia. La separación del salvado de la harina es un lujo, y más bien perjudicial que útil para los fines alimenticios. En la antigüedad, hasta los tiempos del Imperio, no se conocía el cernido de la harina. En varias comarcas de Alemania, particularmente en

Westfalia, se amasan el salvado y la harina juntos para obtener un pan negro especial, y no existe país alguno en que el aparato digestivo del hombre se halle en mejor estado. Los límites entre el Bajo Rhin y Westfalia se dejan reconocer por la abundancia característica de los restos de comidas, que los transeuntes abandonan en las empalizadas y malezas; y estos documentos, bien elocuentes, de la energía digestiva, son tal vez los que han inducido á los médicos ingleses á aconsejar á los magnates de su país el pan de harina sin cerner para el desayuno».

Cuando se mezcla harina con agua caliente, al punto se inicia una acción química entre las diferentes sustancias contenidas en aquélla. Las nitrogenadas

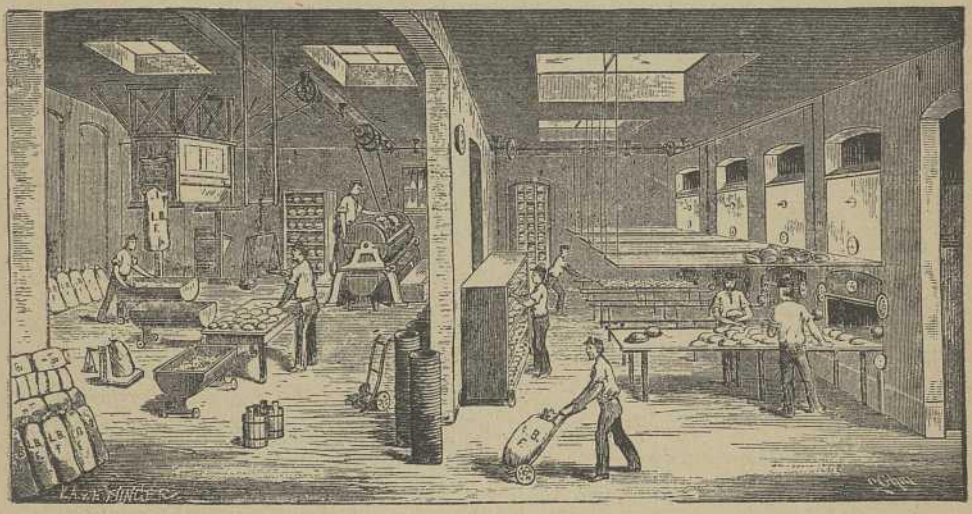


FIG. 25.—Fábrica de pan de Voigtländer y Kittler en Leipzig (Departamento de amasado —Horno: vista anterior.)

transforman por su propia descomposición una parte del almidón, primero en una sustancia gomosa (dextrina), y después en azúcar, la cual, obedeciendo á la influencia sucesiva del gluten y albúmina, entra en fermentación alcohólica, descomponiéndose, en virtud de ella, en alcohol y ácido carbónico. Si la temperatura es demasiado elevada ó la fermentación se prolonga mucho, el alcohol se convierte en ácido acético. En la panificación con levadura comienza la formación de ácido acético; pero no debe proseguirse mucho rato, pues en tal caso el pan mismo resultaría demasiado agrio. Por otra parte, durante la fermentación se transforma también una parte del azúcar (glucosa) en ácido láctico.

Resulta de lo antedicho que la harina caliente entra con el tiempo por sí misma en fermentación; pero sería poco práctico esperar á esto, y de aquí que, al mismo tiempo que se amasa, se mezcla con ella un fermento ó levadura, que no es otra cosa más que una masa previamente puesta en activa fermentación, y que ya contiene ácido láctico y algo de ácido acético. Esta levadura

no se puede conservar largo tiempo por consecuencia de su estado de descomposición, que siempre continúa, y á lo más se sostiene en buen uso algunos días añadiéndole nuevas porciones de harina.

Uno de los componentes más importantes, por su valor alimenticio, de la harina de cereales, es el gluten, puesto que contiene la materia nitrogenada. Al mismo tiempo constituye el gluten el elemento plástico que aglomera en la masa los diferentes granos de almidón ó fécula. Dicha sustancia es de por sí insoluble en el agua, pero se hace soluble bajo la influencia de varias acciones, perdiendo entonces su fuerza aglutinante. El pan hecho con harina cuyo gluten se halla alterado, no adquiere la condición porosa, la estructura homogénea que consideramos como señal de su fácil digestibilidad. La masa es en tal caso viscosa ó pastosa, y el pan pesado. Pero muchos granos llevan ya en sí la causa de esta mala calidad del pan, particularmente los granos germinados, cuya harina no encuentra, por lo mismo, compradores. Sin embargo, la ciencia ha descubierto medios para devolver la insolubilidad al gluten de estas malas harinas, si bien tales medios son, en general, perjudiciales para la salud. No por esto han dejado de ponerlos en práctica algunos panaderos, llevados del afán del lucro; y en prueba de ello sólo citaremos el alumbre que suele añadirse al pan. sobre todo en las panaderías de Londres. Nos abstenemos de mencionar otras sustancias empleadas también con el mismo objeto, porque son aún más peligrosas que el alumbre, y no queremos poner en manos de la indiscreción los medios de envenenar un artículo, como éste, de primera necesidad.

La panificación comienza con el amasado, esto es, la mezcla de la harina con agua bastante caliente. La cantidad de esta última depende principalmente de la calidad de aquélla; cuanto más rica en gluten, tanto más agua puede admitir la masa para una misma consistencia. La buena harina admite hasta tres cuartos de su peso; la mala sólo una mitad. Durante el mismo amasado se pone en la masa la cantidad proporcionada de levadura, y también, para que comunique al pan un gusto más agradable, un poco de sal, dejando luego la masa tapada durante cuatro ó seis horas en un sitio caliente. Por efecto de la modificación que entonces experimenta parcialmente la fécula, transformándose en azúcar, la masa se va haciendo cada vez más fluida. Comienza la fermentación alcohólica, y el ácido carbónico desprendido la distiende. Pero al mismo tiempo que la fermentación alcohólica, tienen lugar también, por influencia de la levadura, las fermentaciones láctica y acética, de modo que la masa toda viene á quedar convertida en levadura. Todavía no se encuentra, pues, en disposición de llevarla al horno, sino que hay que incorporarle nueva porción de harina; generalmente se añade una cantidad doble de la que se tomó para hacer la masa. El amasado de la harina, esa operación de la panadería, tan conocida como fatigosa, se hace, bien de una vez, ó mejor en varias porciones, y añadiendo la cantidad de agua todavía necesaria. El objeto

de la operación, que es forzoso realizar, consiste en la distribución y mezcla uniforme de los ingredientes; lo cual no podría conseguirse si se juntara de una vez toda la harina; y además, en este caso, el fermento quedaría muy diluído en la masa, y no podría ejercer una acción tan enérgica. De aquí que, sin excepción, se siga en todas partes la práctica de la adición por porciones sucesivas, y así va gradualmente comunicándose la fermentación á una masa cada vez un poco mayor, con lo cual se modera aquélla, y es menor la proporción de ácido producida, de suerte que operando como es debido, el pan sólo conserva el grado de acidez conveniente para tener un sabor más marcado y agradable.

La masa, sobada en el grado conveniente, se deja todavía cubierta una ó dos horas en sitio caliente, donde la fermentación sigue avanzando. Así que la huella producida comprimiendo un poco la masa con el dedo, desaparece rápidamente por la elevación espontánea de la misma, se procede á dar forma á los panes, que inmediatamente, ó después de un corto reposo, se llevan al horno. Durante el último período del tratamiento de la masa se hace notar un marcado olor á alcohol, que resulta de la fermentación del azúcar, al mismo tiempo que el ácido carbónico, y cuya aparición sirve como indicador del término de la operación. El horno, pues, tiene algo de un aparato destilatorio, si bien no se recoge el alcohol, por la insignificancia de la cantidad producida.

Cuando el horno de pan cocer, que todos conocemos, queda dispuesto para introducir en él la masa, habiendo extraído el fuego de su interior y barrido su suelo, posee una temperatura de 250 á 300 grados. Este calor rodea á la masa por todas partes, sin que por ello tenga nunca ésta en su interior una temperatura superior á la del punto de ebullición del agua (ó sean 100°), porque al llegar á dicha temperatura el agua se evapora, y esta evaporación evita todo calentamiento ulterior. Sólo la capa exterior de la masa está sometida á una temperatura más elevada y adquiere un estado diferente como corteza. Por la acción del calor pierden los fermentos su vitalidad, dándose con ello fin á las transformaciones químicas debidas á su influencia.

Puede, pues, definirse el *pan* como una masa ó pasta de harina que ha adquirido una estructura esponjosa por el ácido carbónico desprendido en su seno, y que mediante un calentamiento rápido (cocción) ha sido privada de una parte del agua y de todo el alcohol originado durante la fermentación, endurecida y alterada en su composición química. Y, en efecto; el fin de la panificación es dar á la harina, mediante cambios adecuados en su condición física y composición química, una forma en la cual se pueda comer mejor y sea más agradable al paladar, más fácilmente digerible y conservable.

La panificación exige, para que salga bien, un cuidadoincesante y una gran atención; pues puede pecarse, con gran facilidad, por exceso ó defecto en las temperaturas, en los tiempos, en las cantidades de agua, en el grado de

bondad de la levadura, etc., etc. Muchas veces se favorece la acción de esta última por medio de algo de levadura de cerveza para obtener una fermentación más rápida y enérgica; en su lugar pueden también emplearse las heces ácidas que en la fabricación moderna de alcoholes se extraen de la cebada molida.

PAN DE LEVADURA DULCE

En la formación de este pan pasan las cosas en general de un modo completamente análogo al ya descrito. Pero como en la levadura empleada aquí existe un fermento puro, sin mezcla de ninguna sustancia extraña, actúa éste más rápida y enérgicamente, ofreciendo menos dificultades que en el pan ordinario la preparación de la masa. Se pueden mezclar de una vez todos los ingredientes, sin dejar de obtener buen resultado, por más que en todo caso, tratándose especialmente de pan, es mejor procedimiento la adición de la harina por porciones sucesivas.

El pan de levadura propiamente dicha tiene un gusto más dulzón y delicado, y amasado con harina de trigo forma el alimento nacional de los ingleses y franceses, españoles é italianos, mientras que en Alemania, Bélgica, Rusia y otros países se da la preferencia al pan ácido de centeno.

El pan hecho con la levadura dulce no tiene, en general, sabor ácido, porque aquel fermento sólo provoca en un principio la fermentación alcohólica, en la cual se forma exclusivamente alcohol y ácido carbónico, y además la masa se cuece con demasiada rapidez para dar lugar á la fermentación ácida. En cuanto á sabroso y conveniente para un estómago sano, ninguno como el pan de centeno puro; hoy, sin embargo, casi nunca se obtiene en las panaderías, y sólo por casualidad se le encuentra en aldea aislada, donde los mismos labradores muelen su centeno y amasan la harina, haciendo un pan de excelentes condiciones digestivas. Sin llegar á ser ácido, puede este pan conservarse en buen estado durante ocho ó doce días, de modo que cabe comerlo sin manteca, mientras que el pan de las ciudades á los dos días está ya imposible de comer. Lo que hay es, que el primero no es blanco, y el público tiene la preocupación de creer que el pan ha de ser blanco para ser bueno; y como esto no puede conseguirse con el pan de centeno puro, de aquí que los panaderos de las ciudades, en los citados países, mezclan también la harina de centeno con la de trigo y con las más baratas de cebada, guisantes, etc.

Resulta, pues, que en toda clase de pan desempeñan el mismo papel el ácido carbónico y el alcohol producidos simultáneamente. Los vapores ó gases desprendidos en el seno de la masa viscosa no pueden atravesarla sino con dificultad, y reuniéndose en forma de miles de burbujas, determinan la expansión

ó esponjamiento de dicha masa. Además, en el mismo horno, el calor dilata los gases encerrados y transforma en vapor el agua contenida, con lo que se acrecienta considerablemente la expansión, de tal modo, que el pan adquiere un tamaño doble del que tenía á su ingreso en el horno. Esta porosidad, indispensable para la digestibilidad del pan, es, pues, una acción puramente mecánica de la dilatación gaseosa, y es natural que se haya pensado que tal vez podrían realizarla del mismo modo los gases desprendidos de sustancias inofensivas que con tal objeto se adicionaran á la masa. Efectivamente, desde muy antiguo se utilizan, para hacer las tortas, bizcochos, etc.; materias que, como el carbonato amónico (llamado vulgarmente polvos de asta de ciervo calcinado), se reducen por completo al estado de gas, y otras como aguardiente (ron), grasas, huevos, etc.

Por lo que se refiere al pan, y atendiendo á consideraciones económicas, ya se ha intentado también producir un desprendimiento artificial de ácido carbónico, empleando con tal objeto los polvos efervescentes (bicarbonato sódico y ácido tartárico), ó bien interponiendo esa sal al amasar la masa, y mezclando con el agua algo de ácido clorhídrico con lo cual, al mismo tiempo que el ácido carbónico, se forma, la sal común también necesaria en el pan. Modernamente se han propuesto otros, llamados *polvos de panaderos*, entre los cuales ha adquirido fama principalmente el *yeast powder* de Horsford, recomendado por el mismo Liebig, y compuesto de bicarbonato sódico por una parte, y por otra de fosfatos de cal y magnesía. Pero todos estos medios se han manifestado, por lo general, poco convenientes en la práctica, porque actúan demasiado rápida y tumultuosamente, produciendo en la masa oquedades muy grandes y repartidas con irregularidad. Sin embargo, no puede menos de reconocerse una ventaja á estos medios: la de que la masa del pan no tiene que sufrir con su fermentación una pérdida que afecta generalmente en el ordinario á un 10 por 100 de su valor alimenticio. Se ha intentado también amasar la harina con agua fuertemente cargada de ácido carbónico, y en Inglaterra se ha construído para ello una máquina semejante á la de bebidas gaseosas, en la cual, mediante un árbol con paletas, se amasa dentro de un cilindro cerrado la harina con agua y ácido carbónico hasta obtener una masa blanda, que se extrae por porciones y se pone acto continuo en el horno. Este procedimiento realiza en el más alto grado la aspiración de ganar tiempo; pero, según se afirma, el pan fabricado con esas máquinas es insípido, y este defecto debe ir anexo á todo otro procedimientos en que se suprima la fermentación de la masa. La fermentación tiene una importancia mayor que la de un simple manantial de ácido carbónico; modifica la composición química de la harina de tal forma, que la deja preparada para la digestión; y cuanto mejor ha marchado esta preparación, tanto más sabroso y alimenticio resulta el pan.

EL HORNO DE PAN COCER

Si, por tanto, no cabe sustituir esencialmente por otro mejor el antiguo procedimiento de panificación, no por eso deja de ser susceptible de perfeccionamientos en los medios y aparatos empleados para ponerlo en práctica. Donde más evidente se presenta esta posibilidad es en el horno, cuya forma tradicional (fig. 26) tiene los inconvenientes de malgastar mucha leña, de no prestarse

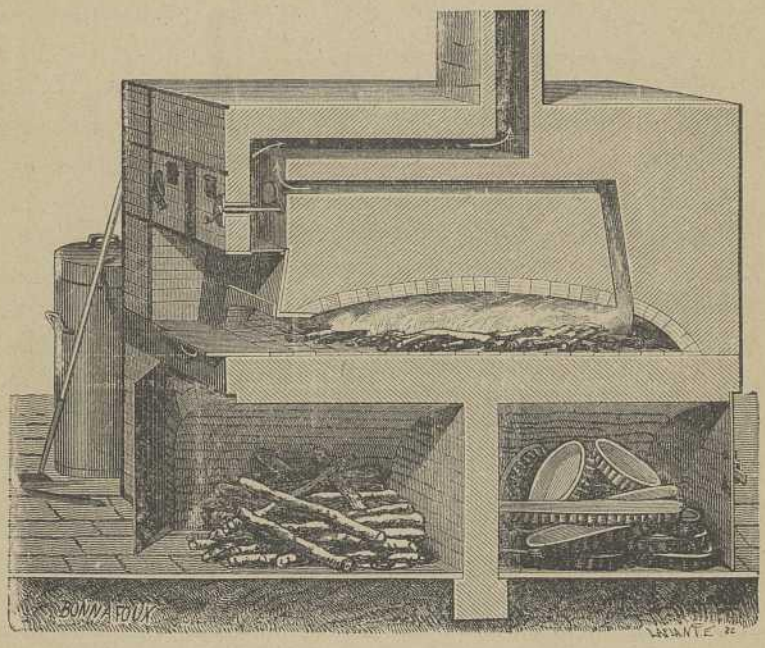


FIG. 26.—Horno de pan cocer.

al empleo de otro combustible, y de no permitir más que una cocción intermitente. En el siglo pasado se iniciaron ya los esfuerzos en pró de la construcción de hornos de mejores condiciones, siendo debida al conde *Rumford* la primera tentativa en tal sentido. Desde entonces se ha propuesto tal variedad de construcciones, que hoy los grandes establecimientos de panadería tienen muchas donde elegir. Una de las disposiciones que parecen más ventajosas es la de los hornos giratorios circulares del panadero parisién *Boland*. El suelo, constituído por un disco de hierro cubierto de ladrillos, se apoya sobre el pivote, y puede ponerse en rotación por medio de una manivela. La comodidad de esta disposición, en virtud de la cual pueden hacerse pasar por delante de la boca del horno todas las partes del disco, debe ofrecer gran ventaja en la práctica, puesto que permite una labor continua. Otro sistema se ha adoptado por el

inglés *Bertan*, quien ha construído en Brooklyn (Long-Island) un horno de 6 metros de longitud, 5 de latitud y 10 de altura, bajo el cual se halla situado el hogar, cuyo calor es conducido por las paredes del horno mediante túbos verticales. En el interior puede regularse la temperatura de tal modo, que permanezca siempre la misma. Pero lo más característico es un aparato que consiste en una cadena sin fin, que se mueve entre dos poleas verticales, situadas una encima de la otra, recorriendo casi toda la altura del horno. A esta cadena van unidas 32 pares de varillas, separadas por una distancia de 0,6 metros y terminadas por palas destinadas á recibir los panes. Estos son, pues, transportados dos veces á través de la altura del horno, la

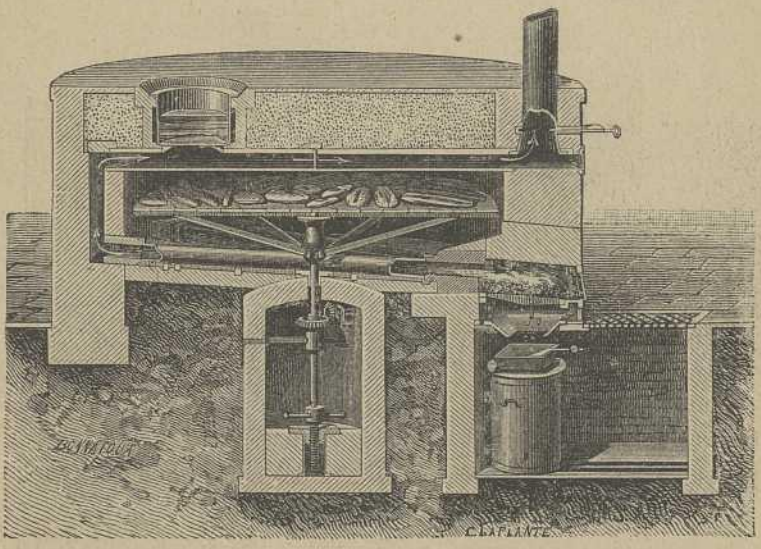


FIG. 27.—Sección vertical de un horno perfeccionado.

una de arriba abajo, y la otra de abajo arriba, por cada vuelta de la cadena, que recibe su movimiento de una máquina de vapor. Los panes son colocados sobre las palas de la cadena sin fin, dentro de unas canastillas, cada una de las cuales puede contener 60, á través de una ventana situada á un lado, en la parte superior de la pared del horno, y que se abre y se cierra automáticamente; dan la vuelta al horno, y después, al cabo de media hora, salen ya cocidos, en la misma canastilla, por otra ventanita situada enfrente de la primera. Las palas vaciadas reciben una nueva carga de panes, y de esta suerte pueden cocerse cada media hora 32 veces 60, ó sean 1.920 panes. Ahora se comprende fácilmente que el trabajo continuo de este horno ha de proporcionar gran economía de combustible y mano de obra. Pero la ventaja principal de los hornos modernos, que consiste en la exterioridad del hogar, y con ello la posibilidad de una labor interrumpida, junto con una reducción en el dispendio de combustible, se puede también alcanzar con disposiciones

más sencillas y menos costosas, como las adoptadas con éxito por los panaderos en pequeño. Estos hornos, construídos de ladrillo, corresponden más ó menos completamente al representado, en sección vertical, en la fig. 27; el espacio interior del horno, de forma ligeramente abovedada, está rodeado por un sistema de canales de caldeo, en los cuales circulan los gases del hogar, en lo común de modo que por bajo del suelo marchan de adelante atrás, y por encima del techo de atrás adelante, para desaparecer después por la chimenea. Mas por lo general son de dos clases los espacios huecos que rodean al horno, pues los canales de tiro alternan con cámaras en las que el aire caliente permanece estacionario, pudiendo así ceder mejor su calor. En dichos hornos existen también reguladores para hacer uniforme la temperatura, dirigiendo el caldeo de preferencia á los puntos que más lo necesiten.

Muchas panaderías en grande han adoptado estos sistemas de hornos más sencillos, pues los grandes hornos artificiales antes mencionados están siempre sujetos á inconvenientes, de suerte que han sido proscritos aun donde ya se habían establecido. Sin embargo, ha conservado, con razón, mucho favorel horno de *Wieghorst*, inventado en Hamburgo, y de un sistema de caldeo por agua. En el interior de este horno hay una serie de tubos (unos 60), de paredes fuertes de hierro forjado, distribuídos en dos capas, entre las cuales se halla situada la plancha del horno, que puede extraerse de él por medio de cuerdas y ruedas, para cargarla ó descargarla. Los tubos debenestar llenos de agua, cerrados por ambos extremos, y probada su resistencia á 400 atmósferas. Tienen una longitud de cerca de 4 metros; atraviesan la pared del fondo del horno y penetran unos treinta centímetros en un estrecho hogar. A pesar de este calentamiento lateral, el calor se distribuye en el horno con mucha uniformidad, y alcanza en un principio cerca de 250°, descendiendo al final hasta unos 190°. Pueden cocerse á la vez unos 50 panes con gran limpieza y comodidad. Por último, la fig. 28 representa un horno de aire caliente; el aire que procede del hogar camina hacia un lado por debajo y hacia otro por encima del horno, conducido dentro de tubos de hierro, de modo que no se pone en contacto con el pan. Además, este horno posee, como el de Boland, antes citado, una plancha circular de hierro, giratoria por medio de un manubrio, sobre la cual están los panes durante la cocción.

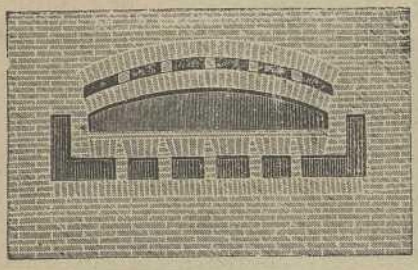


FIG. 28.—Horno de aire caliente.

MÁQUINAS PARA AMASAR

Funcionan hoy, por lo menos, en todos los establecimientos de panadería en que se trabaja en grande escala. El crecido número de modelos propuestos con este fin parece demostrar sólo que durante largo tiempo no se llegó á encontrar uno bueno. Pero modernamente se han perfeccionado de un modo diverso estas máquinas, y hoy funcionan satisfactoriamente, á pesar de la objeción que antes se hacía á este propósito: que la máquina no puede dar á conocer cuándo la masa está suficientemente amasada. El pan amasado mecánicamente muestra, por lo menos, una porosidad uniforme, lo cual es siempre señal de que la masa tiene constitución apropiada. De todos modos, las máquinas dan sólo una clase de labor, y de aquí que no puedan utilizarse indistintamente para diversas masas; son, pues, en especial, máquinas de pan· Como tales, funcionan con mucha mayor limpieza y con cantidades más iconsderables de lo que permite el trabajo á mano. Así, por ejemplo, una máquina movida por la fuerza de 3 caballos. proporciona cada semana 1.200 á 1.400 quintales de masa, es decir, eltrabajo de 48 robustos panaderos.

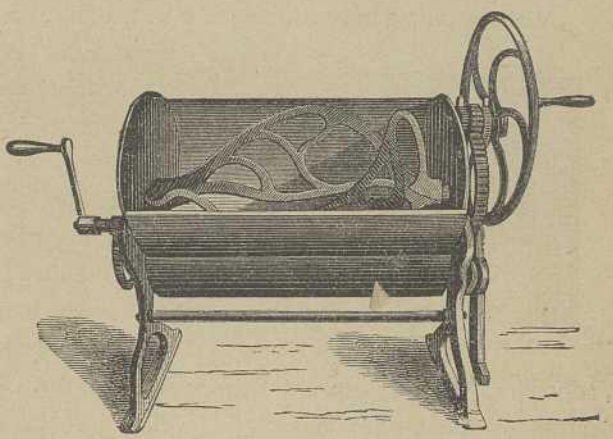


FIG. 29.—Máquina amasadora de Boland.

Como ejemplos de máquinas amasadoras, damos en la fig. 29 una idea de la de *Boland*, cuyo sistema está considerado como uno de los mejores. Nuestra figura representa la máquina dispuesta para ser movida á mano; pero evidentemente puede también disponerse para serlo movida á vapor. El cuerpo, de una forma especial, que se ve dentro de la artesa, se halla formado de cintas de hierro curvas, de tal modo colocadas, que actúan sobre la masa, no en sentido cortante, sino por presión contra su superficie. Pero como las dos alas tienen una curvatura en espiral y están colocadas en posición inversa, de suerte que con la una la acción comienza por la izquierda y se continúa hacia la derecha, y con la otra al contrario, resulta que la masa no sólo es comprimida, sino extendida alternativamente á uno y otro lado dentro de la artesa; tratamiento del cual puede esperarse un resultado satisfactorio.

EL AZÚCAR

Naturaleza química de las diversas clases de azúcar.—Su importancia como artículo de consumo.—Historia.—Azúcar de caña en las Indias orientales.—Descripción de la caña de azúcar desde el punto de vista botánico.—Extracción del azúcar de caña.—Prensado.—Clarificación.—Evaporación.—Azúcar de remolacha.—Su descubrimiento por Marggraf.—Tentativa de explotación práctica por Achard.—La fabricación del azúcar de remolacha en Francia.—Su introducción en Alemania.—Importancia bienhechora de esta industria.—Obtención del azúcar de remolacha.—Extracción del jugo.—Diversos procedimientos para ello.—Prensado.—Método por difusión.—Clarificación del jugo por la cal.—Clarificación y decoloración por el carbón animal.—Evaporación.—Idem en el vacío.—Azúcar en bruto.—Purificación por cocción.—Refinado.—Obtención de azúcar cristalizable de las melazas.—Azúcar de arce, de sorgo, de palmera, maíz, etc.—Sacarina

En alas de nuestro deseo atravesamos los mares y nos encontramos lejos de nuestros climas. Ya no es el aire suave de las brisas de nuestros valles y praderas el que respiramos; el horizonte, exento de nubes, presenta un color azul oscuro intenso y uniforme; un calor sofocante nos advierte que sobre nuestras cabezas brilla el ardiente sol de los trópicos. Bajo su influencia presentan las formas del reino vegetal los más enérgicos contrastes y sus rayos abrasadores cuecen y destilan los más variados jugos en las

plantas: junto á los más exquisitos aromas se ocultan los venenos más terribles. Hé aquí la patria de la caña de azúcar.

Si bien el azúcar no puede ser considerado fundadamente como un medio indispensable para la vida, ha sabido insinuarse en sus diferentes formas de un modo tan grato á nuestro paladar, y es tan fuerte la inclinación del hombre á todo lo dulce, que se ha hecho una verdadera necesidad la de satisfacer este apetito. De aquí que, según datos fehacientes, cuando Napoleón interceptó los límites de casi toda Europa impidiendo la importación del azúcar exótico, muchas familias redujeron la ración de carne para poder comprar azúcar con las economías, y eso que la libra de esta última sustancia costaba 4 pesetas ó más. Tan apremiante necesidad de azúcar estimuló á los espíritus emprendedores de tal modo. que dió margen á que se creara una industria completamente nueva: la fabricación del azúcar de remolacha.

Se designa con el nombre de azúcar una porción de sustancias procedentes de los reinos vegetal y animal, entre las cuales existe, sin duda, cierta analogía química, pero cuya propiedad común más característica consiste en un señalado sabor dulce, que es el motivo de su uso. El reino mineral no tiene parte en la producción del azúcar.

Cuando decimos que el reino animal produce también azúcar, debe entenderse en un sentido bastante restringido; pues si es cierto que la miel es preparada por las abejas, el azúcar en ella contenida tiene un origen esencialmente vegetal, y sólo quedan el azúcar contenido en la leche (*lactosa*), y el contenido en la carne *(inosita)*, como elaborados realmente en los organismos animales. La orina de las personas enfermas de diabetes sacarina contiene cantidades considerables de azúcar; pero esto es una anomalía, y el proceso por el cual se forma, en este caso, el azúcar en el organismo del hombre, no puede considerarse como manantial ordinario de dicha sustancia.

En las plantas encontramos muy difundido el azúcar, no sólo en las flores y los frutos, sino también en los jugos de los tallos y ramas. Varias plantas, como algunos fresnos *(Fraxinus ornus* y *Fraxinus rotundifolia*), exudan un jugo dulce, conocido con el nombre de *manna*, y que contiene una especie de azúcar muy particular (*mannita*). En las pasas encontramos pequeñas granulaciones blancas de un dulzor especial,; y es que están constituídas por azúcar sólida, que antes se hallaba disuelta en el zumo de los granos de uva, y que por la evaporación del agua ha tenido que depositarse en forma cristalina. Podríamos citar todavía innumerables ejemplos que nos sirvieran como testimonio de la existencia del azúcar disuelta en la partes vegetales. Todos los frutos maduros deben á ella principalmente su sabor agradable.

El azúcar es una de las estaciones en que detiene su marcha la materia durante su curso á través del organismo vegetal. En el interior de éste se for-

man, con el agua y el ácido carbónico, la materia celular de los vástagos, el almidón de las semillas, la goma vegetal y el azúcar. Todos estos cuerpos constan sólo, como hemos dicho anteriormente, de carbono, hidrógeno y oxígeno, y su composición química se caracteriza por la circunstancia de que el oxigeno y el hidrógeno se presentan siempre en ellos en las proporciones relativas en que se combinan para la formación del agua. Puede, pues, considerárseles como compuestos, en cierto modo, de carbono y agua, por más que no existe razón alguna para ello, á pesar de lo cual, y para mayor comodidad, se suelen designar todas esas sustancias—celulosa, almidón, goma, dextrina, y la mayor parte de las variedades de azúcar—con el nombre genérico de *hidratos de carbono.*

El azúcar de las plantas no tiene tampoco una constitución uniforme, sino que, por el contrario, existe buen número de variedades de azúcar, que pueden distinguirse entre sí por sus propiedades físicas y químicas, y de las cuales algunas sólo se encuentran en especies vegetales bien determinadas, mientras que otras son comunes á gran número de ellas. Sin embargo, para la vida industrial sólo tienen hasta hoy interés muy pocas de estas variedades, entre las que todavía sobresalen, especialmente, el azúcar de caña, ó sacarosa; el azúcar de uva, ó glucosa, y el azúcar invertido, ó levulosa.

Las diversas variedades de azúcar se dividen naturalmente en dos grupos, uno de los cuales comprende todas las que son capaces de entrar directa ó indirectamente en fermentación, mientras que el otro abarca todas las otras clases incapaces de fermentar. Este último grupo, al que pertenecen la manita y la inosita, nos interesa poco, pues la primera de estas sustancias sólo tiene interés medicinal, y la inosita no tiene otra importancia que por su presencia en la carne y en las judías verdes; prescindiremos, pues, de ellas, y nos ocuparemos de los azúcares más importantes, que son los fermentescibles.

El azúcar de caña, llamado en química sacarosa, contiene de 100 partes 42,58 de carbono, 6,37 de hidrógeno y 51,05 de oxígeno, cuya composición corresponde á la fórmula $C_{12} H_{22} O_{11}$, que quiere decir que en cada molécula hay 12 átomos de carbono, 22 de hidrógeno y 11 de oxígeno. Es un cuerpo incoloro, que se disuelve fácilmente en agua y que se separa de esta disolución cristalizado en primas oblicuos, cuadrangulares ó hexagonales monoclínicos (azúcar cande). Su sabor es pronunciadamente dulce. En el agua caliente se disuelve en cualquier proporción, y si se sostiene largo tiempo caliente, ó se eleva mucho la temperatura de esta disolución, pierde el azúcar la capacidad de cristalizar; forma entonces un jarabe que puede concentrarse hasta que se concreta en una masa transparente amarilla ó pardusca (caramelo), de que se hace aplicación en confitería, pero cuya producción debe evitarse cuando se trata de obtener azúcar cristalizable. Las disoluciones concentradas de esta clase de azúcar pueden permanecer largo tiempo al aire, sin que se altere

el azúcar; pero en las disoluciones diluídas pierde pronto la propiedad de cristalizar. La causa de este fenómeno reside en una descomposición del azúcar, en virtud de la cual se transforma en azúcar invertido, es decir, en una mezcla de azúcar destrogira (glucosa), y azúcar levogira (levulosa). Basta para provocar esta transformación la menor cantidad de ácido ó la presencia de sustancias protéinicas. Por tal razón, nada más temible para el fabricante de azúcar que la acidez de los líquidos de que se ha de extraer por evaporación. Antes, cuando aún no se había puesto en claro la naturaleza de aquella transformación, se llamaba azúcar goma al así modificado. Los nombres destro y levogiro se refieren á su acción sobre la luz polarizada (véase el tomo II, página 309). El azúcar cristalizable, ó azúcar de caña, se funde por el calor; á temperaturas más elevadas se oscurece, formando el llamado caramelo, que es un azúcar más ó menos coloreado por productos de su descomposición, y cuya disolución se emplea muchas veces para dar color á los licores y á la cerveza. Todavía más caliente, el azúcar se descompone finalmente, con desprendimiento de ácidos acético y fórmico, de suerte que sólo queda un residuo negro carbonoso. El olor particular que desprende el azúcar al quemarse, es debido á aceites empireumáticos formados durante la descomposición.

El peso específico de los cristales de azúcar es 1,6065. Al partirlos en la oscuridad brillan de un modo característico, fosforecen. El azúcar es poco soluble en alcohol, y casi nada en el éter y los aceites. Ya hemos visto en el tomo II (pág. 309), que una disolución acuosa de azúcar actúa de un modo especial sobre la luz polraizada. El azúcar de caña se combina con los álcalis y tierras alcalinas, como la cal, etc., perdiendo su sabor dulce, pero quedando así menos expuesta á las influencias transformadoras del aire y de la humedad; de las disoluciones de esta combinación puede separarse cristalizada el azúcar por el ácido carbónico que la sustituye, uniéndose á la base para formar el carbonato correspondiente.

El azúcar de uva, llamado también azúcar de miel, destrosa y glucosa, manifiesta propiedades algún tanto diferentes. Contiene 40,46 por 100 de carbono, 6,65 de hidrógeno y 52,89 de oxígeno. Dos moléculas de azúcar de uva contienen los elementos de una de azúcar de caña, mas una molécula de agua; su fórmula es, por consiguiente, $C_6 H_{12} O_6$. No puede, como el azúcar de caña, formar grandes cristales, y cuando se separa de sus disoluciones, forma generalmente agregados mamelonares esféricos de agujas finísimas, dirigidas todas hacia un punto central. Se disuelve también más difícilmente en el agua, y tiene un sabor mucho menos dulce que aquélla, y algo meloso; para determinar un mismo grado de dulzor se necesita un peso dos y media veces mayor de azúcar de uva que de azúcar de caña. Los álcalis descomponen y comunican un color pardusco al azúcar de uva, proporcionando esta propiedad un medio para reconocer su presencia en el azúcar de caña adulterada con ella.

Se puede obtener el azúcar de uva de muchos frutos, para lo cual, después de clarificar los jugos con cal, clara de huevo ó sangre, con lo cual se eliminan sustancias que favorecen su fermentación, se los concentra hasta un grado tal, que por enfriamiento no pueda permanecer disuelta todo el azúcar contenido. El exceso de azúcar se separa en estado sólido, si bien queda en disolución una gran parte de aquélla, que no puede ya hacerse cristalizar por una nueva evaporación. El jarabe obtenido en esta forma, con los granos de uva ó de pasa, circula en el comercio bajo el nombre de *sirop de raisin*.

Este azúcar puede obtenerse en estado sólido y en mayores cantidades, comprimiendo en sacos de lona la miel, después de mucho tiempo de recolectada. Cuanto mayor es este tiempo, tanto más completa es la evaporación del agua que contiene, con lo cual se modifica la solubilidad del azúcar restante. El azúcar de miel conserva un gusto aromático, procedente de las diversas flores cuyos jugos azucarados han extraído y acumulado las abejas; así, es posible que cuando éstas han libado con preferencia plantas dotadas de propiedades narcóticas ó venenosas, la miel elaborada por ellas posea también las mismas propiedades, no siendo, por tanto, inverosímil la relación de Xenofonte, según la cual sus soldados, en cierta ocasión, y durante la célebre retirada de los Cien mil, perdieron el dominio de sus sentidos á continuación de haber comido miel.

Según ya se ha mencionado, el azúcar de uva puede también obtenerse artificialmente del almidón ó de la fibra vegetal, habiendo adquirido modernamente este preparado una considerable importancia como sustituto del azúcar de caña, particularmente en la fabricación de bombones, en los que se exige una blancura perfecta de la masa. Durante mucho tiempo se empleó también la glucosa para sustituir en cierto modo á la malta en la fabricación de cervezas; pero desde que aquel producto fué gravado en los aranceles, próximamente al igual de la malta, cesó por completo de empearse con dicho objeto. Del mismo modo está cada día en mayor decadencia el uso de la glucosa para el gallisado de los vinos. A pesar de todo, no deja de ser considerable la producción de esta clase de azúcar, y, por ejemplo, las 43 fábricas existentes en Alemania producen anualmente cerca de nueve millones de kilogramos de azúcar de uva y cerca de 19 millones de kilogramos de jarabe de la misma, siendo exportadas la mayor parte de estas cantidades.

Pero volvamos al azúcar de caña, cuyo inmenso consumo en la industria y en la economía doméstica ha ejercido en diferentes conceptos tan poderosa influencia, que puede ser considerado como elemento importantísimo de nuestra civilización. En efecto, y no refiriéndonos más que á un aspecto de su importancia, observamos que, á excepción de los cereales, del algodón, del té, y tal vez también del tabaco, ningún otro producto del reino vegetal pone en circulación tan grandes sumas en el comercio.

El azúcar no es ya un lujo para el hombre, sino que se ha convertido en una verdadera necesidad, como se desprende de las siguientes cifras, tomadas del *Diario de los fabricantes de azúcar* de París. El consumo de azúcar en general se calcula en

	QUINTALES DE 50 KILOGRAMOS	KILOGRAMOS POR CABEZA
Inglaterra	16.600.000	26
Estados Unidos	15.400.000	20
Holanda	800.000	11
Bélgica	1.000.000	10
Alemania	6.120.000	7,50
Suecia	1.000.000	7,10
Francia	5.000.000	7
Austria-Hungría	3.400.000	4,15
República Argentina	600.000	4,45
Suiza	220.000	4,10
Portugal	300.000	3,75
Italia	2.000.000	3,70
España	1.000.000	3
Rusia	3.000.000	2,72
Turquía	500.000	1,50

Si observamos que á principios del siglo pasado importaba Inglaterra 11 millones de kilogramos de azúcar, mientras que hoy importa mucho más de 400 millones de kilogramos; que en 1736 la introducción en Europa alcanzaba la cifra de dos millones y medio de quintales de 50 kilogramos, mientras que hoy sólo la población de la unión aduanera alemana consume más del doble; que la producción total sobre la Tierra se eleva á la cantidad enorme de 70 millones de quintales, y probablemente más en la actualidad (en 1864 la producción transatlántica de azúcar alcanzó unos 60 millones de quintales; la de Francia, en 1876, hacia cuatro millones y medio; en Alemania, seis y medio; en Austria, sobre uno y medio; en Rusia, un millón escaso, y otro tanto en Polonia, Bélgica y Holanda reunidas), hay que conceder al azúcar una importancia universal, que, por otra parte, no parece limitarse á la de un simple objeto de especulación comercial.

Si seguimos paso á paso la historia del azúcar, encontraremos en ella hechos curiosísimos que nos demuestran de qué modo la humanidad camina gradualmente, y empleando á veces los mayores rodeos para eludir los obstáculos que se oponen á su paso, llegando, después de una penosa labor, á satisfacer sus necesidades, y al mismo tiempo á aumentarlas de tal suerte, que al aprender á realizar aspiraciones cada vez más elevadas, asciende siempre en la escala del bienestar general. La felicidad en los tiempos antiguos exigía sin duda menos requisitos que hoy, pero aun así no podía conquistarse sino de un modo muy incompleto; nosotros somos mucho más exigentes, pero en

cambio nos hemos proporcionado también los medios para satisfacer estas exigencias. El bienestar no consiste precisamente en tener pocas necesidades, sino en una proporción más favorable entre la cantidad de las necesidades mismas y los medios para satisfacerlas.

RESEÑA HISTÓRICA

Los antiguos griegos y romanos no conocían todavía nuestro azúcar, ó á lo menos su uso no desempeñaba entre ellos papel alguno; en su lugar se servían de la de miel, por más que Teofrasto describe también una sal dulce que se engendra espontáneamente en una planta en forma de tubo, la cual muchos quieren suponer fuera la caña de azúcar. Plinio llama sal índica (*sal indicum*) á este producto del reino vegetal, y Gallus menciona ya el uso medicinal que se hacía de él. No por esto dejaba de ser todavía muy raro por entonces este azúcar de caña, siendo evidentemente desconocido por completo el azúcar de remolacha. Entre los árabes, por el contrario, debió ser el azúcar desde muy antiguo conocido y frecuentemente empleado, creyéndose también que fueran ellos los que introdujeron su uso en medicina. Cuando el casamiento del califa Maskadi-Benrittale, nacido el año 807 de Jesucristo, y la llegada á Bagdad de la princesa su prometida, tuvieron lugar grandes festejos, y con tal ocasión se celebró un banquete, en cuya preparación se invirtieron 40.000 kilogramos de azúcar, según refiere Marigny en su *Historia de los Califas*. Si bien puede probarse por un sencillo cálculo comparativo lo exagerado de este dato, demuestra, por lo menos, que los árabes tomaban el azúcar en cantidades crecidas. Las noticias más antiguas acerca del uso del azúcar entre nosotros se hallan en la historia de las Cruzadas; pero siempre llegaba todavía este producto en pequeñas cantidades á los países occidentales, y era tan caro aún á fines del siglo XVII, que sólo se hacía uso de él en las familias más acomodadas.

LA CAÑA DE AZÚCAR

Unicamente los climas cálidos, las comarcas comprendidas entre los trópicos, tanto en el nuevo como en el viejo mundo, se han manifestado á propósito para el cultivo de la caña de azúcar, y por efecto de esta necesidad de calor se encuentran en puntos poco elevados sobre el nivel del mar los plantíos más ricos de semejante caña, que, por otra parte, no es pantanosa, según lo prueba su excelente desarrollo en terrenos elevados, como son las llanuras de Méjico y las mesetas de Nepal, en la India. La caña de azúcar, que crece espontánea en las orillas del Éufrates, ofrecía en la antigüedad el azúcar en-

tonces conocido y pagado á peso de oro. Pero no sólo se da en este punto, sino también en China y en muchas islas del Pacífico, donde parece que el cultivo de la caña de azúcar fué muy anterior á toda noticia histórica. La caña de azúcar es hija del viejo mundo, y probablemente su cuna debe buscarse en las regiones orientales del Asia. Humboldt ha demostrado que antes del descubrimiento de la América por los europeos, no vivió dicha planta en aquel continente ni en las islas inmediatas. Del Asia fué llevada á la isla de Chipre. Los árabes la introdujeron también en Egipto, Malta y Sicilia, á comienzos del siglo XII. Guillermo II, rey de Sicilia, regaló en 1166 al convento de San Benito un molino para exprimir la caña de azúcar con privilegio, operarios y accesorios. Lafitan, que refiere esto, opina que nuestro conocimiento de la caña de azúcar data de las Cruzadas. El monje Alberto Aquensis nos refiere también que los cruzados compraban en la tierra de promisión caña de azúcar á falta de otros alimentos. En el siglo XV se introdujo en la isla de Madera y en las islas Canarias, las cuales proveían á toda Europa de azúcar, antes del descubrimiento de América, siendo D. Enríquez el que en 1420 importó tan útil planta en la citada isla de Madera, entonces recién descubierta; á esto se atribuye el nombre de azúcar de Canarias, con que se designaban las clases superiores. La caña se introdujo en América poco después del descubrimiento del nuevo mundo, y el hecho de que en su segundo viaje, por el año 1495, la encontró ya Colón muy difundida por la isla de Santo Domingo, prueba cuán excelente acogida le prestó aquel clima y la constitución de su suelo.

A mediados del siglo XVII fué transplantada desde el Brasil á la isla de Barbados, y desde aquí se propagó rápidamente su cultivo á todas las posesiones inglesas de las Indias Occidentales, á las provincias españolas, Méjico, Perú, Chile, etc., y, finalmente, á las colonias francesas, holandesas y danesas. En nuestra península se cultiva hoy con buen éxito, especialmente en las provincias andaluzas de Granada y Málaga. Hoy son las Indias Occidentales las que suministran la mayor parte de la caña de azúcar. En estas plantaciones se hace la siembra antes de la estación de las lluvias en un suelo ligero, y florece en Noviembre y Diciembre.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) (fig. 30), tiene aire esbelto, y recuerda en su apariencia á la palmera; pertenece á la familia de las gramíneas. Las hojas ofrecen una forma semejante á las de junco, con una longitud de 1,33 metros, y surgen de los nudos de la caña, á la cual envuelven por completo. A medida que la caña crece, caen las hojas inferiores. En los primeros cuatro ó cinco meses se forma por semana un nudo y una nueva hoja, y en el duodécimo mes se levanta el pedúnculo de la inflorescencia de un metro de altura, y en su vértice aparecen las flores. En las regiones más fértiles, la caña de azúcar adquiere muy bien la altura de 7 metros, y el tallo, que tiene en su

base un diámetro hasta de 6 centímetros, alcanza un peso de 10 kilogramos próximamente. La caña madura es la parte verdaderamente útil; contiene azúcar tan sólo hasta cierta altura; la cima y las hojas contienen mucha savia, la cual no es dulce.

La forma de aprovechamiento más sencilla de este precioso producto de la tierra consiste en mascar la caña y chupar su jugo, y así se consumen cantidades increíbles de ella en los países de donde procede. Cargamentos enteros de buques la llevan diariamente para este objeto á los mercados de Manila y Río Janeiro. También en Nueva Orleans se pone á la venta en grandes cantidades. En muchas islas del Pacífico tienen siempre los muchachos en las manos un trozo de caña de azúcar, y en las colonias de las Indias Orientales los negros llegan á engruesar durante la recolección de la caña, efecto de comerla con frecuencia. El jugo de la caña de azúcar es, en efecto, muy alimenticio, por contener, además de otros principios, una cantidad no despreciable de albúmina vegetal. Ninguna planta contiene una proporción tan considerable de azúcar como la caña de azúcar, y, sin embargo, en su explotación se obtiene un rendimiento menor que en el de la remolacha. La causa de este hecho notable se encuentra en la imperfección de los procedimientos de extracción todavía empleados, como mostraremos en las siguientes líneas.

FIG. 30.—La caña de azúcar.

La caña de azúcar contiene, por término medio, 90 por 100 de savia, que á su vez contiene 18 á 20 por 100 de azúcar cristalizable. De este azúcar, sin embargo, sólo se llega á obtener ordinariamente un 6,5 á 8 por 100, pues por

una parte no se exprime más que el 50 á 60 por 100 del jugo, quedando, por consiguiente, más de la tercera parte en el *bagazo*, que se emplea como combustible para la concentración del zumo extraído. Otra parte se pierde en la clarificación y espumado, y, por último, queda también perdido cerca del 4 por 100 en la *melaza*, Hasta hace poco no se ha comenzado á rebajar estas pérdidas por medio de una labor más racional, aumentando el rendimiento en azúcar.

FIG. 31.—Recolección de la caña de azúcar.

La caña de azúcar tiene de común con la vid y otras plantas cultivadas desde tiempos muy remotos, la condición de ofrecer gran número de variedades, de entre las cuales puede elegirse la que se adapte mejor á un cierto clima ó suelo. Las semillas de esta planta alcanzan rara vez la madurez, aun en las condiciones locales más favorables, porque antes de que las flores tengan tiempo para desarrollarse por completo, se procede á la extracción del azúcar. De aquí que la multiplicación de la planta se realiza generalmente por estacas, que se cortan de la parte superior del tallo que no da producto.

Las labores en los plantíos de los países más cálidos, así como las de la obtención del azúcar, están principalmente á cargo de los negros, que resisten

mejor que otra raza los rigores del clima tropical. Las más activas son las de la recolección (fig. 31), en la cual se cortan con hacha las cañas, haciéndose con ellas manojos que se llevan á los molinos (fig. 32), después de haber separado las hojas y las cimas que se dejan sobre el terreno. Los trabajos sucesivos no tienen tampoco nada de ligeros, sino que deben ser constantemente vigilados, y durante la evaporación se agrega al calor del clima el de los hornos. Las cañas recolectadas se apilan próximas á los molinos y se van partiendo rápidamente en pequeños trozos, introduciéndose en aquéllos para exprimirlas.

Los molinos de azúcar (fig. 33) son aparatos trituradores, compuestos de tres cilindros de hierro fundido, estriados, de un metro próximamente de longitud y de 60 á 70 centímetros de diámetro. Estos cilindros se hallan colocados uno al lado del otro, unidos los de los extremos por medio de ruedas dentadas y engranajes, con el de en medio, que á su vez es movido directamente, bien por fuerza animal, bien por la del viento, agua, vapor, etc. Debajo del mecanismo triturador hay una tabla revestida de plomo, provista de rebordes y en pendiente, sobre la cual cae el zumo exprimido, que es conducido á las vasijas, donde se recoge. Una negra va echando por un lado puñados de cañas por entre el primero y segundo cilindro; otra, colocada en el lado opuesto, recoge las cañas trituradas á medida que pasan, y las obliga á pasar por entre el segundo y el tercer cilindro, de atrás adelante. Para este fin, el último cilindro se halla más próximo al de en medio que el primero. Las cañas, después de exprimidas *(bagazo)*, se desecan y utilizan como combustible.

FIG 32.—Molino para exprimir la caña de azúcar.

Como el zumo exprimido entra ya en fermentación á los veinte minutos se procede inmediatamente á su clarificación y concentración, y muchas veces se lavan también los molinos para evitar la presencia de toda sustancia extraña que pudiera iniciar la descomposición.

Esta fermentación es ocasionada por la presencia en el zumo de sustancias nitrogenadas (las llamadas albuminóideas), por los esporos de hongos que siempre existen en el aire, y por la elevada temperatura, propia de los países tropicales. Según las circunstancias, puede producirse, bien la fermenta-

ción alcohólica, bien la fermentación láctica; pero de todos modos el azúcar se descompone. Para evitar esto, suele añadirse cierta cantidad de cal, que no sólo neutraliza los ácidos originados, sino que también arrastra el fermento consigo al fondo de la vasija.

El zumo, así clarificado y filtrado varias veces, se concentra por evaporación lo más rápidamente posible, y después se le deja enfriar para que cristalice. Para cada una de estas operaciones se emplean vasijas especiales. Una vez llenas de zumo recién extraído las cápsulas de clarificar, se da fuego, después de añadir la cantidad suficiente de cal, desleída en agua. A medida

Fig. 33.—Interior de un molino de caña de azúcar

que el zumo se calienta, se forma entre las sustancias extrañas contenidas en él (particularmente la albúmina, que se coagula en el agua hirviendo, y la cal) una espuma pardusca, que se separa. El jarabe limpio y transparente que queda, se lleva á las calderas evaporadoras, en las cuales se hace hervir hasta reducirlo á las dos terceras partes de su volumen primitivo. En otras calderas más pequeñas se prosigue la evaporación del líquido, que entonces tiene un aspecto como el de vino de Madera, clarificándolo de nuevo, si es preciso, con cal, y transvasándole tercera y cuarta vez á calderas menores, donde se reduce sucesivamente de volumen. Durante esta concentración, el jugo va adquiriendo un color cada vez más oscuro, hasta acabar en pardo. Cuando finalmente alcanza la consistencia adecuada (lo cual reconoce el operario porque, sacando un poco de la caldera, forma hilos entre los dedos), se coloca en punto donde se somete á un enfriamiento lento, y después se llenan con el líquido ó jarabe moldes de arcilla ó palastro, donde se solidifica, formando una masa

compacta de pequeños cristales. Estos moldes tienen una forma cónica, y llevan un orificio en el vértice, que se tapa incompletamente, de modo que, colocado hacia abajo cuando se llena el molde de jarabe, queda en su interior el azúcar de caña cristalizado, mientras que fluye á otra vasija inferior la parte del jarabe que contiene el azúcar incristalizable (melaza). Aquél, que no es otro que el que circula en el comercio con el nombre de *azúcar bruto* ó *mascabado*, se deseca en unas tres semanas; pero siempre contiene todavía algo de jarabe que le da color, siendo tanto más claro y de mejor color cuanto menor es la cantidad de este jarabe retenido y cuanto más seco y duro está.

La fabricación de azúcar en las Indias occidentales no conocía en su infancia otros procedimientos y aparatos que los anteriormente indicados. Pero desde que apareció en Europa dicha fabricación, como rival de la ultramarina, y aguijoneada por la menor riqueza en azúcar de su primera materia, la raíz de remolacha, aventajó á su hermana mayor en la perfección técnica, cambiaron también las cosas al otro lado de los mares y fueron admitidos los adelantos en el mecanismo y disposición de los aparatos, pues sólo así podían las Indias seguir enviando su azúcar á nuestros mercados. Allá fueron técnicos europeos, que implantaron nuestros procedimientos de manera que hoy se practican del mismo modo que en Alemania y Francia. Se ha reconocido la conveniencia de introducir, siempre que sea posible, las máquinas de vapor, y, en una palabra, la fabricación del azúcar de remolacha, que á tan alto grado de perfección ha elevado la aplicación de los resultados de la ciencia, ha prestado á su vez enseñanzas preciosas á la fabricación colonial de azúcar de caña.

En otros tiempos, no se sometía el azúcar en las colonias á ninguna otra labor que las mencionadas, sino que se enviaba en bruto á Europa, donde se la refinaba, lo cual sigue verificándose hoy generalmente; pero ya existen también algunas refinerías en aquellos países. La melaza se utiliza en parte allí mismo para la fabricación del ron, y en parte se envía á Europa. El refinado de azúcar de caña, por el que adquiere éste la consistencia al propio tiempo que el aspecto brillante, blanco y cristalino que le caracteriza, coincide con el del azúcar de remolacha, de la cual pasamos á ocuparnos.

AZÚCAR DE REMOLACHA

El 3 de Marzo de 1845 se cumplieron cien años desde que se dió el primer paso para libertar á Europa del importante y penoso tributo, en virtud del cual tenía que enviar al otro lado de los mares por el azúcar necesario para su consumo. En efecto; el citado día, el farmacéutico y célebre químico *Andrés Segismundo Margraff* (nacido en Berlín en 1709), dió lectura, en

sesión solemne, ante la Academia de Ciencias de Berlín, de una Memoria en la que afirmaba que en los jugos de muchas plantas indígenas, pero particularmente en el de la raíz de remolacha, existía una sustancia que coincidía por completo con el azúcar de caña, y demostraba además, por medio de pruebas claras y explicaciones detalladas de sus metodos, que la extracción industrial del azúcar de dichas plantas indigenas, no sólo era posible, sino también ventajosa desde el punto de vista económico.

La causa de que el descubrimiento de Margraff no despertara entonces un interés extraordinario en el público laborioso, debe buscarse en la frialdad con que en Alemania, como en todas partes, se han mirado siempre los trabajos científicos de los compatriotas, y. en general, todo lo que se produce á nuestro alrededor. Además, la circunstancia de que á la sazón todos los escritos de las corporaciones sabias, y, por tanto, los de la Academia de Berlín, se hacían en idioma latino, era motivo para que, aunque hubieran tenido de ello conocimiento, sólo por casualidad hubieran podido entender dicha Memoria las personas para quienes tenía importancia el descubrimiento de Margraff. Es más: los sabios académicos, celosos de la gloria creciente de Margraff, trataron inmediatamente de difundir la idea de que el azúcar que presentaba no procedía realmente de remolachas, etc., y que, aun cuando así fuera, la pretensión de reemplazar con ella á la ultramarina pertenecía á la categoría de las cosas risibles.

Fig. 34.—Francisco Carlos Achard.

A la muerte de Margraff, en 1783, pareció que su descubrimiento bienhechor hubiera bajado con él á la tumba, pues nadie volvió á hablar de tal cosa, hasta que Achard (fig. 34), uno de los discípulos de Margraff, que le sucedió en la presidencia de la Academia, desenterró en hora feliz aquel manuscrito; y á pesar de que las circuntancias eran altamente desfavorables (a fines del siglo XVIII), se resolvió á hacer la prueba del método poniendo en práctica una fabricación industrial de azúcar de remolacha en Silesia. Así, pues, Silesia fué la cuna de la nueva industria, y, por una coincidencia notable, de

allí proceden también las clases mejores, y en todas partes preferidas, de este azúcar: Inglaterra importaba entonces, con muy pocos derechos, grandes cantidades de azúcar de sus colonias, pobladas de esclavos negros, de los cuales se servía para la explotación, y vendía, por consiguiente, también á muy bajo precio, el producto de ella. La opinión pública, en vez de acogerlo con cariño, hacía burla del nuevo descubrimiento, en la creencia de que era imposible que la remolacha diera azúcar tan blanca como el de las Indias, ni utilizar dicha raíz para sustituir al café.

Pero todas las diatribas y burlas de los hombres, ofuscados por su ceguedad ó pobreza de espíritu, no pudieron hacer que quedara perdido el buen ejemplo dado por Achard en Silesia. El rey de Prusia había reconocido la importancia de la producción de azúcar de plantas indígenas y había concedido medios para que la idea de Achard pudiera adquirir vida próspera y robusta, y acariciaba además el proyecto de que en sus Estados se consumiese tan sólo azucar procedente de los productos de su propio suelo, pues comprendía la provechosa influencia de esta fabricación sobre la agricultura; de suerte que si á pesar de todo no llegó á realizarse, no fué por culpa del Gobierno prusiano ni del inventor de la obra.

No alcanzaron mejor éxito los esfuerzos practicados en el mismo sentido en Moravia y Bohemia. Efecto del escaso rendimiento que se obtenía en azúcar, de lo dificultoso de la labor, por la imperfección de los aparatos y, por último, de lo defectuoso de los consejos y auxilios que entonces podían prestar las ciencias y las artes, particularmente la química y la mecánica, dicha fabricación tuvo que suspenderse en todas partes, ó á lo menos arrastraba una vida raquítica y penosa. En tal estado las cosas, Francia, á quien el mismo Achard había llamado la atención acerca del descubrimiento y su importancia, prohijó al huérfano alemán. Las enérgicas palabras de Napoleón: «El Continente ha cerrado sus puertas á todo producto inglés», iniciaron á principios del siglo una era feliz para la industria en embrión. Habiendo establecido el mismo Napoleón un premio de un millón de francos para el que llevara á cabo, en mejores condidiciones, la extracción de azúcar de plantas continentales, se reanudaron las tentativas bajo el doble estímulo del premio y del fabuloso precio que el azúcar de caña había adquirido, á consecuencia de los enormes derechos de introducción con que se la había gravado, aprendiéndose poco á poco á sacar cada día más partido con respecto al rendimiento relativamente pequeño que se obtenía en un principio. Ejerció una influencia esencial en el progreso de esta industria el descubrimiento de las propiedades del carbón de huesos (carbón animal) y de su aplicación al tratamiento del zumo. El Gobierno francés, en posesión de colonias que producían azúcar de caña, llegó á vacilar un momento entre proteger la fabricación de azúcar de las colonias contra la de la metrópoli, ó viceversa; pero, por último, triunfó el compromiso de proteger la industria del

azúcar de remolacha, la cual ha recompensado abundantemente la protección que se la dispensara.

Entretanto, Alemania habia abandonado su actitud indiscreta, comprendiendo la relación importante que unía dicha industria á la agricultura, puesto que, combinada con ella, ofrecía la mejor explotación del suelo. En la cuarta decena del siglo actual surgió de nuevo en las orillas del Rhin, siendo Zier y Hanewald los iniciadores de su repatriación, y siguiéndoles en la obra de arraigar y perfeccionar la nueva é importante fabricación muchos hombres notables en las ciencias, las artes, la industria, el comercio, entre los cuales figura Schatten. Hoy existen fábricas de azúcar de remolacha esparcidas por casi toda Europa. Desde los montes Urales hasta las orillas del Garona, surgen continuamente nuevos grandiosos establecimientos, de los cuales hay tantos y con maquinaria tan potente, que el azúcar de remolacha consumida en el mundo constituye ya una parte considerable del total. Hasta la misma Inglaterra, á pesar de tener motivos para no hacer concurrencia al azúcar colonial, ha comenzado á fabricar azúcar de remolacha, si bién su producción es escasa todavía; en los últimos años se ha iniciado también dicha fabricación en nuestra vega granadina. Los países más productores en azúcar de remolacha son Alemania y Francia; en segundo lugar vienen con una producción próximamente igual Austria y Rusia. Solamente en la unión aduanera alemana funcionaron, desde 1.º de Septiembre de 1882 hasta 31 de Agosto de 1883, 358 fábricas, consumiendo 87.471.537 quintales métricos (de 100 kilogramos) de remolacha, cuyo rendimiento en azúcar alcanzó la cantidad de 7.908.947 quintales métricos en bruto, junto con 1.928.420 quintales métricos de melaza. Para obtener 100 kilogramos de azúcar se necesitan próximamente 10,47 quintales métricos de remolacha.

Del total de la producción alemana en el año 1883 corresponden á

	NÚMERO de fábricas.	CONSUMO DE REMOLACHA — *Quint. mét. de 100 kil.)*
Prusia	280	70.673.641
Baviera	2	364.185
Wurtemberg	5	912.514
Baden	1	305.165
Mecklenburgo	3	915.459
Thuringen	4	1.134.643
Brunswick	30	6.711.653
Anhalt	31	5.897.514
Luxemburgo	2	150.644

En el año 1884 ha crecido el número de fábricas de un modo notable, y por consecuencia de ello, el precio del azúcar experimentó un descenso hasta entonces nunca conocido. Según J. Görz (*Comercio y estadística del azúcar*),

la producción total de azúcar en Europa actualmente, asciende en números redondos á 2.246.000 toneladas (de 100 kilogramos); de las que 2.233.500 toneladas son de azúcar de remolacha y 12.500 de azúcar de caña cultivada en las provincias del Mediodía y de Levante de España. El consumo en todos los Estados europeos asciende, también en números redondos, á 2.664.000 toneladas de azúcar, y excede, por tanto, á la producción en 410.000 toneladas, cuyo déficit se cubre con la importación del producido en América. En los países en que la producción es mayor, las cifras en toneladas de 100 kilogramos son las siguientes:

	PRODUCCIÓN	CONSUMO	EXCESO exportado.
Alemania	925.000	378.270	546.730
Bélgica	90.000	37.825	52 675
Francia	450 000	424.495	25 505
Austria-Hungría	435.000	227.260	207.740
Rusia	300.000	279.000	21.000
TOTALES	2.200.000	1 346.350	853.650

Además producen también: Dinamarca, 10.000 toneladas; los Países Bajos, 21.000; Luxemburgo, 1.400; España, 12.500, é Italia, 1.000; en total, 45.900 toneladas, mientras que todos los demás Estados son sólo consumidores. El país más consumidor es la Gran Bretaña, que gasta 985.000 toneladas de azúcar, cantidad que tiene que ser importada por completo. Comparando el consumo de los diferentes Estados europeos con su población, se obtienen los resultados siguientes: para el conjunto de la población europea, cuyo consumo total se calcula en 2.664 millones de kilogramos, corresponden por cabeza 8,1 kilogramos; en particular corresponden por cabeza á la población de la Gran Bretaña, 27,8 kilogramos; á Dinamarca, 13,5; á Francia, 11,2; á Suiza, 9,9; á Holanda, 8,4; á Alemania (término medio), 8,1; á Suecia, 7,97; á Bélgica, 6,75, y á Austria-Hungría, 5,9.

En estos últimos años precisamente se ha lanzado contra la fabricación del azúcar de remolacha el reproche de que hay que destinar al cultivo de esta planta una gran extensión de terreno de buena clase, que tal vez fuera necesario para el de cereales; objeción que parece importante, porque, en efecto, el pan es más preciso que el azúcar. Como quiera que este libro, al mismo tiempo que instruir, tiene por objeto combatir las preocupaciones, puede sernos permitido hacer algunas consideraciones para demostrar lo equivocado de semejante opinión.

Según la estadística, para la producción de los 18 millones de quintales de azúcar que próximamente se extraen de la remolacha en el continente europeo, hay que admitir una extensión de unas 360.000 hectáreas destinadas al cultivo

de esta planta, y que, por lo pronto, consideraremos como sustraídas al cultivo de los cereales. Esta extensión viene á ser equivalente, en números redondos, á unos 3.700 kilometros cuadrados, y representa, sin duda, una gran extensión de terreno. Pero si se tiene en cuenta que la parte de ella correspondiente á Prusia, el país en que la industria del azúcar de remolacha ha alcanzado mayor desarrollo en relación con el territorio, apenas significa medio por ciento de la extensión total del suelo destinado á cereales y jardinería, se desvanecen todos los temores que pueda inspirar á primera vista el cultivo de la remolacha para los fines de la mencionada industria.

Por otra parte, aunque tal extensión de terreno sea efectivamente necesaria para cubrir la demanda anual de remolacha destinada á la fabricación de azúcar, esto no quiere decir en modo alguno que por ello quede en absoluto desterrado del mismo terreno el cultivo de cereales; pues como quiera que un suelo no puede resistir continuamente la producción de remolacha, sino que ésta tiene que alternar, bien con cereales, bien con otras plantas, resulta todavía que el cultivo de la remolacha favorece al de los cereales ó al del vegetal que se haya elegido para la rotación de cosechas, no sólo por el descanso proporcionado al terreno, sino muy particularmente por la profundidad de la labor indispensable para aquél. El ejemplo, no ya de fincas aisladas, sino de comarcas enteras, demuestra prácticamente que la producción de granos no sólo no ha disminuído con el cultivo de la remolacha para la fabricación de azúcar, sino que, por el contrario, ha aumentado. Este hecho resalta particularmente en Bélgica, cuyo país, con su gran producción actual de remolacha, produce al mismo tiempo mucho más trigo que antes; y si bien no puede atribuirse semejante acrecentamiento precisamente al mismo cultivo de la remolacha, es indudable que éste ha contribuído indirecta, pero esencialmente, á aquel resultado por la introducción de sus procedimientos racionales de laboreo. En efecto, si nos preguntamos todavía qué resulta del cultivo de la remolacha y cómo es mayor la utilidad del labrador, si cultivando únicamente cereales, ó en combinación con remolacha, es evidente que encontraremos la mayor ventaja en esta ltima solución. Los gastos del cultivo de la remolacha en Alemania se calculan en 150 á 200 pesetas por hectárea; pero aun cuando de dicho gasto sólo correspondan á jornaleros 65 pesetas, esto representa ya una suma enorme, repartida entre peones, herreros, carreteros, guarnicioneros, cordeleros, etc., de cuyos servicios no puede prescindir el agricultor. Con esto no se ha hecho más que producir la remolacha, y hay que considerar el valor de la misma convertida en azúcar. En Prusia, que produjo cerca de 6.375.000 quintales (de 100 kilogramos) en la temporadad e 1882 á 83, alcanzó por lo menos la cifra de 485 millones de pesetas, de los cuales bien puede ponerse más de la mitad para jornales y demás gastos de diferentes industriales. Estas ventajas de la fabricación del azúcar de remolacha han sido desconocidas hasta tal pun-

to, que se ha considerado más bien como una desgracia el desarrollo de semejante industria. Se ha invocado en apoyo de esta idea la desmoralización de los obreros, los perjuicios para el Tesoro púúblico por los derechos de protección al azúcar de remolacha, el enriquecimiento de los fabricantes á expensas de los consumidores, y otros graves inconvenientes de una industria á la que el Estado ha dispensado protección en su origen, hasta el extremo de que puede decirse la ha criado á sus propios pechos. Los Estados de la unión aduanara recaudan grandes sumas por la contribución de la industria del azúcar de remolacha: en 1865, 11.971.421 thalers (44.892.727 pesetas); en 1866, 10.519.699 thalers (39.448.861 pesetas); en 1867, 10.739.984 thalers (40.274.939 pesetas); en 1875 alcanzaban para el reino prusiano la suma de 55.134.900 pesetas y en el año de 1882 á 83 la enorme suma de 174.943.060 pesetas.

El célebre químico barón Justus von Liebig pertenecía todavía el año 1851 al grupo de los más decididos impugnadores de la industria del azúcar de remolacha, que comparaba con una planta de estufa, que sólo podía desarrollarse á costa de grandes sacrificios y á expensas de lo que le rodeaba; la consideró como una calamidad y la rehusó toda protección. Pero cuando más tarde se regularizaron los derechos de la remolacha, armonizando los intereses del Estado con los de los productores y consumidores, Liebig cambió de opinión, defendiendo su nuevo criterio con las siguientes palabras, en sus *Cartas sobre la Química:* «De este modo (como antes indica) quedó planteado desde un punto de vista científico y práctico el problema de la viabilidad y estabilidad de la fabricación de azúcar en Europa; pero la cuestión ha cambiado hoy esencialmente de aspecto. La emancipación de los esclavos en las colonias británicas y españolas ha tenido por consecuencia el que desde entonces apenas es posible la marcha regular de la fabricación del azúcar de caña con negros libres. Exceptuando en la recolección, que para los negros es más bien una fiesta que un trabajo, les falta la energía necesaria para las faenas del campo y no es posible proporcionarse el número de brazos necesarios ni en la época oportuna, por lo cual la fabricación del azúcar de caña ha disminuído en esas comarcas, á pesar de sus excelentes condiciones de clima y suelo, en lugar de aumentar en proporción al consumo. Antiguas plantaciones ricas y lozanas de caña de azúcar se hallan devastadas y abandonadas por sus dueños, pues no hubieran podido realizarlas ni al más bajo precio. En Cuba y algunas colonias británicas se ha intentado buscar un remedio á esta situación, importando obreros libres de China y la India, debiendo depender del resultado que éstos den el éxito de la fabricación europea del azúcar; y si, como es probable, la experiencia establece que la fabricación de ésta en los países tropicales y la esclavitud son inseparables en la práctica, entonces la fabricación europea del azúcar de remolacha se ofrecerá como un bien para la humanidad.»

FABRICACIÓN DEL AZÚCAR DE REMOLACHA

El rival de la caña de azúcar en Europa es, pues, en la actualidad, una variedad de la remolacha originada por el cultivo, propia de las costas del Mediterráneo. Es una planta bianual que se multiplica por semillas. Hace unos setenta años que se comenzó á hacer justicia á su riqueza en azúcar, y se dió en la agricultura mayor impulso que hasta entonces á su cultivo; pero éste no fué estimado en toda su importancia hasta que se estableció para la explotación de la planta en la fabricación de azúcar. Las variedades de remolacha que se prestan á esta clase de explotación son sólo en corto número, quedando excluída desde luego la remolacha ordinaria, que se emplea como alimento para el hombre y para los animales. Entre las más importantes encontramos: *la remolacha blanca de Silesia* (de nervios verdes), que es muy densa, aunque su jugo no es muy rico en azúcar; *la remolacha de Siberia* (de nervios blancos), también muy grande, pero todavía más pobre en azúcar que la anterior; *la remolacha de Quedlinburgo*, con visos rosáceos, muy rica en azúcar y que madura muy pronto; *la remolacha francesa*, llamada también *belga*, de figura graciosa en forma de pera, y que, como *la remolacha imperial*, contiene una gran proporción de azúcar. Se ha conseguido elevar esta proporción hasta un 14 por 100.

Considerando la preparación de la remolacha para la fabricación propiamente dicha del azúcar, hay que advertir que, en primer lugar, puede ser diversa, tanto por su mecanismo como por el objeto final á que responda, ó sea la forma en que se ha de entregar el azúcar á la venta. De la remolacha sólo tiene importancia para nosotros, por lo pronto, la savia, que es donde se halla disuelto el azúcar que se ha de extraer. En realidad, la riqueza en azúcar del jugo de la remolacha no es tan considerable como la del de la caña de azúcar; pero, sin embargo, es siempre suficiente para proporcionar, mediante una labor racional, una ganancia nada despreciable, á pesar de lo elevado de los jornales, del no menos elevado valor de las tierras y de las grandes contribuciones á que está sometida la remolacha destinada á la fabricación del azúcar. En Francia se calcula como proporción máxima el 10 por 100; en las fábricas rusas se llega á encontrar el 14 por 100, y en circunstancias especiales, las más favorables, se ha llegado á encontrar en la remolacha de Alemania del Norte hasta un 18 por 100. Al mismo tiempo el zumo de la remolacha contiene también una gran cantidad de sales que no sólo dificultan mucho la separación del azúcar sólido, sino que comunican á la melaza un gusto desagradable, y de este modo son un obstáculo para el aprovechamiento de este importante producto accesorio de la fabricación. De antemano se comprende, pues,

que sólo ha de poderse obtener en estado sólido una pequeña parte del azúcar contenido; y si la fabricación de azúcar de remolacha ha llegado hoy hasta obtener en estado sólido 8 ú 8 y medio por 100 del azúcar del jugo de remolacha, este resultado no sólo se debe al apoyo que le han prestado la química, la física y la mecánica, sino también á la incesante subida de los impuestos, que la obligaba á adoptar cada vez métodos y procedimientos más perfectos. Aparte de los componentes comunes á todas las plantas, del azúcar y de las sales, se encuentran todavía en la remolacha un alcaloide característico, que se

FIG. 35.—Remolacha imperial.

FIG. 36.—Remolacha electoral.

puede aislar en hermosos cristales, la *betaína;* otro cuerpo nitrogenado, la *asparagina*, y, por último, una especie de goma, el *ácido arabínico.*

El zumo puede extraerse de la remolacha de maneras muy diversas, y este punto hay que tenerlo muy en cuenta en la instalación de la fábrica. En efecto; es posible, por ejemplo, extraer dicho zumo sencillamente por división de la remolacha en una máquina trituradora y prensando á continuación la pulpa fina obtenida, lo cual constituye el procedimiento más antiguo. Puede también separarse de la remolacha el zumo azucarado, sustituyendo la acción de la prensa por la del agua (*procedimiento por maceración*) que en un principio se practicaba en Francia, según *Dombasle*, tratando la remolacha triturada con agua hirviendo, y después, modernamente, según *Schützenbach*, tratando la remolacha, convertida en pulpa, por el agua fría. Schützenbach había puesto en uso antes un procedimiento por maceración para remolacha partida y seca que principalmente tendía á hacer conservable por desecación la ma-

teria primera de esta industria, que tan alterable es en su estado natural, y de este modo convertir en continua la fabricación, que con la remolacha fresca está limitada sólo á una tercera parte del año. El procedimiento de Dombasle, antes citado, no se emplea ya en la fabricación del azúcar, porque con el agua hirviendo se originan masas mucilaginosas yd e azúcar y sólo se suele practicar en la fabricación del alcohol con la remolacha común, para cuyo objeto nada importa esa condición de viscosidad. El último perfeccionamiento de este método es el procedimiento por *difusión*, introducido por los hermanos *Robert*

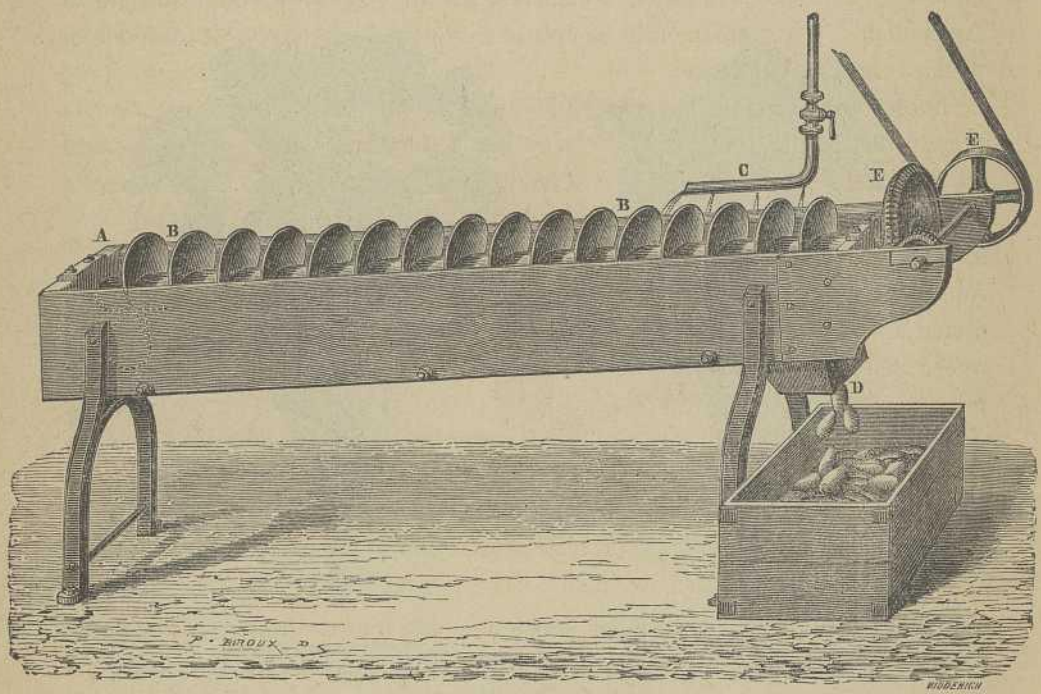


FIG. 37.—Máquina lavadora de remolacha.

de Selowitz, en Moravia, según el cual la remolacha, en pequeños trozos, se somete á la acción lixiviadora del agua á una temperatura de 80 á 82 grados en un sistema de vasos cerrados en comunicación recíproca.

Este es el procedimiento hoy más generalmente en uso, como resulta de los datos que citamos á continuación. Por último, se ha utilizado también para la extracción del zumo de la remolacha la fuerza centrífuga, y todavía se han propuesto multitud de otros medios, ya químicos, ya mecánicos, para alcanzar el objeto lo más completamente posible. De las 358 fábricas de azúcar que funcionaron en Alemania en el año 1883, extraían el jugo por presión, maceración y fuerza centrífuga, sólo unas 15, y por difusión las 343 restantes; mientras que en 1874 la proporción era de 257 y 80 respectivamente, formando un total de 337. Se ve por estos números que los antiguos procedimientos de

extracción del zumo están abandonados casi por completo, habiendo cedido el puesto al método por difusión.

Echando una rápida ojeada al sistema más usual en otros tiempos para la extracción del zumo de la remolacha, es decir, por presión, vemos que á todas las demás operaciones precede siempre una purificación lo más completa posible de la raíz. Para este fin existían en las fábricas grandes máquinas lavadoras movidas al vapor, que arrojaban por uno de los extremos de un cilindro las remolachas ya lavadas. En la fig. 37 representamos una de estas máquinas lavadoras, construída según el principio del tornillo de Arquímedes. Las remolachas se introducen por *A* y salen por *B* después de pasar, á través del agua, de uno á otro extremo, impulsadas por la rosca, á la cual se comunica por una correa sin fin un movimiento de rotación. Después se someten á una mondadura especial por operarios provistos de cuchillos, y que separan todas las partes alteradas en las que la proporción de azúcar pudiera haber experimentado una disminución, así como las cavidades llenas de arena (cuyos granos estropearían los filos de la máquina trituradora), y, por último, las cabezas de las raíces, que son pobres en azúcar, aunque ricas en sales. De aquí pasan las remolachas á la máquina raspadora ó divisora, cuya parte más esencial consiste en un cilindro que descansa por los extremos de su eje sobre un soporte, cuya superficie exterior está formada por agudas hojas de sierra y que gira con una velocidad de 800 vueltas por minuto. Mediante una disposición *ad hoc*, las remolachas introducidas en la máquina son apretadas contra el cilindro y convertidas por éste en una pulpa fina, que es recogida en una caja situada bajo el tambor (véase fig. 38).

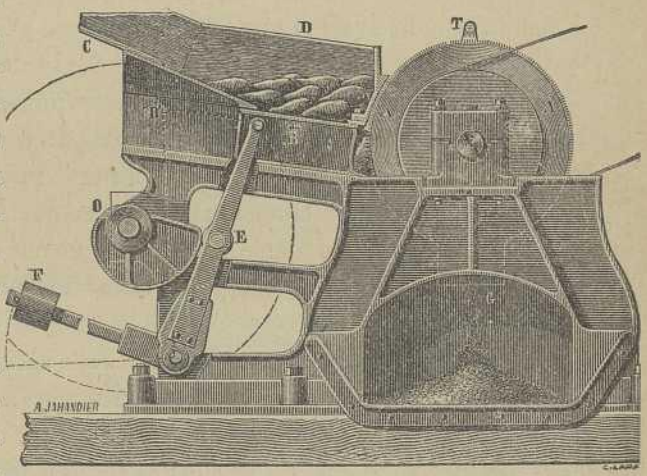


FIG 38.—Máquina para desgarrar la remolacha.

En la máquina representada por nuestro dibujo se verifica del modo siguiente la compresión de las remolachas contra el cilindro *A A*, cuyos dientes son lavados por un pequeño surtido de agua, que cae del tubo *T*, con objeto de que la pulpa pueda desprenderse más fácilmente y caer en el deposito *G*. Las remolachas se vierten en la canal *D*, cuyo suelo inclinado, *C*, las lleva sobre la pieza corrediza *B*. A cada rotación del árbol *O*, la palanca *E*, que se

une por un extremo á la pieza *B* y por el otro lleva un contrapeso que la mantiene siempre aplicada contra la excéntrica *O*, gira una vez rápidamente hacia la izquierda, llevando la pieza *B* á la posición *B'* y dejando en *B* un hueco que se llena de remolachas, las cuales son apretadas contra el cilindro por la pieza *B* á manera de émbolo, desde el momento en que la excéntrica, en virtud de su rotación, comienza á impeler hacia la derecha á la palanca *E*, y hasta tanto que ésta retrocede por la acción del contrapeso, para dar paso á una nueva cantidad de remolachas. La pulpa de remolacha así obtenida se recoge en paños de lana ó algodón, ó bien en fuertes sacos, y se lleva á la prensa hidráulica, en la que hay que tener cuidado de colocar entre cada dos sacos una espesa red de mimbre ó una lámina de hoja de lata.

Ya hemos estudiado en el tomo II (páginas 290 y siguientes) la disposición interna de estas prensas hidráulicas, y, por consiguiente, podemos remitir á dicho lugar á los lectores interesados en su conocimiento; por lo demás, es evidente que las prensas destinadas á ese objeto especial adoptan también formas y disposiciones adecuadas, por más que el principio mecánico de todas las prensas hidráulicas sea siempre el mismo. Es preciso que se pueda recoger el jugo sin la menor pérdida; debe darse también la menor ocasión posible al jugo para que éntre en descomposición, que fermente, y con tal fin los trabajos deben verificarse lo más rápidamente posible, pues de otro modo, sólo durante una parte del año sería posible la práctica de la fabricación industrial. Estos y otros puntos de vista influyen en la construcción de los aparatos. Las prensas descansan, bien sobre una mesa de hierro fija, de una disposición apropiada, bien sobre un pie movible. Las buenas prensas hidráulicas ofrecen, en los casos más favorables, una cantidad de jugo que á lo más corresponde á un 85 por 100 del peso de la remolacha, aun cuando el espesor de las envolturas y sacos no sea muy grande y todas las partes de la máquina estén en buen estado. El rendimiento en jugo depende, pues, de la clase y estado de las prensas, y también del número de compresiones que se haga sufrir á la remolacha, pudiendo en ocasiones descender hasta un 70 por 100. Con objeto de aumentar este rendimiento, se recurre á veces al empleo de varias operaciones sucesivas de prensado. Se ha debatido mucho sobre las ventajas de tal procedimiento, pues por lo pronto exige mayores gastos de instalación y de entretenimiento, así como más jornales y mayor consumo de telas para envolver la masa, y la cuestión está en si el exceso de rendimiento en jugo compensa suficientemente semejantes gastos. Además, por muy allá que se quiera llevar el prensado, nunca puede obtenerse todo el jugo de la remolacha, y menos cuando ésta es muy rica en azúcar, ó cuando ha permanecido algunos meses en la tierra. En tales casos se hace caer un hilo de agua sobre la masa durante la trituración de la remolacha, con objeto de hacer más fluido su jugo y que pueda escurrir con más facilidad durante el prensado.

En el *procedimiento por difusión* de Robert, que ya hemos mencionado ála ligera, se cortan las remolachas en rodajas y se ponen en una serie de cilindros metálicos, completamente cerrados, que comunican entre sí por medio de tubos, de suerte que el líquido que fluye del primero pasa al segundo, después al tercero, y así sucesivamente. Los trozos de la remolacha descansan dentro de las vasijas, sobre un fondo agujereado en forma de criba, y son lixiviados sistemáticamente por la adición intermitente de agua, cuya temperatura no debe exceder de 82º c. De las dieciséis vasijas, ocho están llenas siempre, mientras que las restantes se hallan alternativamente llenas y vacías. En el transcurso de veinticuatro horas se pueden llenar treinta veces, ó sea practicar treinta lixiviaciones; de modo que podria operarse al día sobre unos 50.000 kilogramos de remolacha.

La disolución en frío, introducida por *Schultz* en 1870, se distingue del primitivo método de Robert en que las rodajas frescas de remolacha son tratadas tan sólo una vez por agua caliente, después por agua gradualmente más fría, y por último con agua fria por completo. El aparato de Schultz tiene además, sobre el de Robert, la ventaja de que la entrada del jugo en las vasijas de difusión no se verifica por arriba, sino por abajo, con cuya disposición las capas de rodajas de remolacha se penetran más homogéneamente, y, por tanto, son mejor lixiviadas. En los últimos años se han propuesto numerosas modificaciones del aparato de difusión, de las que sólo dos mencionaremos.

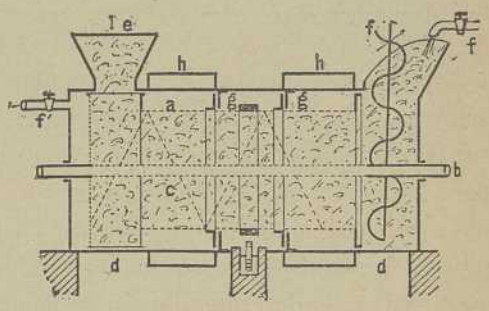


FIG. 39.—Aparato de difusión de Perret.

El aparato de *Perret* (fig. 39) consiste en un cilindro agujereado, largo y giratorio, atravesado por un árbol hueco, al que va unido, y conteniendo un hélice acribillado. Este cilindro se mueve en el seno de otro exterior por medio de anillos de refuerzo, poleas fijas y correas, y se halla cerrado por la izquierda mediante una pared agujereada, y abierto por la derecha. Los discos de remolacha se introducen por *e* y salen del aparato por *f*, á impulsos de un hélice el agua para la lixiviación penetra por *f* y sale por *f'*. Con objeto de que el agua no pueda recorrer directamente el espacio entre *d* y *a*, existen en *g* tabiques. Todo el aparato puede calentarse por el vapor, que se hace penetrar por el espacio especial *h* y por el eje hueco *b*.

En el aparato de difusión de *Duchamp* (fig. 41), la batería consiste en una serie de vasijas abiertas, colocadas escalonadamente, en las cuales se hallan los trozos de remolacha dentro de cestillas construídas de alambre. Las rodajas frescas caen por una canal en el canastillo inferior, mientras que el agua de

loción, comenzando á correr desde el canastillo superior, encuentra en el camino la remolacha que sube. En efecto; las cestillas son giratorias por medio de una cadena sin fin, y cada una vierte su contenido en la inmediata superior.

Como quiera que el jugo de la remolacha, lo mismo que el de la caña de azúcar, entra muy pronto en fermentación, es preciso operar con él lo más rápidamente posible, siendo lo mejor conducirlo de un modo directo del aparato extractor á las vasijas de clarificación. Inmediatamente después de prensado, el jugo presenta siempre una intensa coloración parda, y de aquí que al mismo tiempo que la clarificación haya que verificar también una decoloración. Las prensas, las máquinas desgarradoras, los sacos y los zarzos intermediarios, todo debe lavarse dos veces al día con agua de cal, y aun los últimos objetos

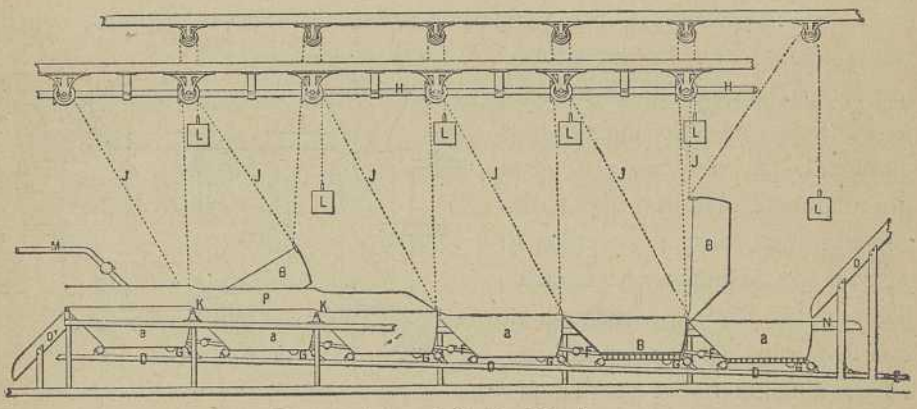


FIG. 40.—Aparato de difusión de Duchamp.

hervidos con ella á fin de eliminar toda traza de acidez. En muchas fábricas se ha abandonado el uso de los zarzos de mimbres y se ha dado la preferencia á unas planchas de palastro con los bordes levantados, pues con los primeros es muy grande el peligro de la acidificación.

El residuo que queda en los sacos después del prensado, y lo mismo el de los aparatos de difusión, proporciona un excelente alimento para los animales, que particularmente adquiere mayor valor cuando la remolacha ha sido tratada por el agua hirviendo (como en la llamada maceración), porque en estas condiciones la albúmina se hace insoluble, y por consecuencia, queda en dicho residuo.

La clarificación del jugo azucarado, que es la operación que se practica en primer lugar y todo lo rápidamente posible con el jugo después de extraído por la presión, tiene por objeto separar toda sustancia extraña, mezclada ó suspendida en él. El procedimiento más usual con este objeto consiste en calentar el jugo hasta cierto grado, mezclarlo con lechada de cal y después elevar la temperatura hasta la ebullición. De este modo se coagulan las sustancias albuminosas contenidas en el jugo de la remolacha y envuelven

las materias sólidas extrañas, de modo que se forma en la superficie una gruesa capa de espuma de color gris oscuro. La cal, por otra parte, satura los ácidos vegetales del jugo y le priva así de la acción perturbadora de aquéllos sobre el azúcar; además descompone la asparagina, que es un cuerpo especial nitrogenado contenido en ese jugo, como también en el del espárrago, desdoblándolo en ácido asparagínico y amoniaco, que desaparece, mientras que el primero se combina con la cal. Algunos otros métodos de clarificación (como, por ejemplo, por el ácido sulfúrico) han caído en desuso. *Melsens* ha demostrado que el bisulfito cálcico es un medio excelente para conservar el jugo hasta la clarificación, sin que éntre en descomposición.

En la clarificación por la cal (llamada también *defecación*) tiene lugar

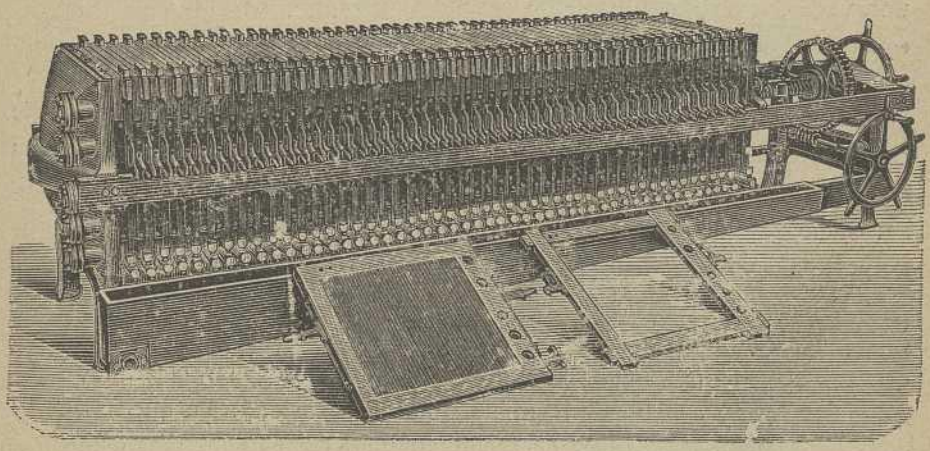


FIG. 41.—Gran filtro de presión, de 50 departamentos, que da la más perfecta lixiviación.

un fenómeno sumamente importante entre esa sustancia y el azúcar. Ambas forman, en efecto, una combinación incristalizable, de sabor amargo, en la que las propiedades del azúcar están completamente disimuladas, y sólo neutralizando la cal con un ácido vuelve á aparecer el azúcar cristalizable y con su sabor dulce característico. La separación de la cal puede verificarse por la vía física mediante el carbón de huesos, ó por la vía química con el ácido carbónico. Se hace pasar una corriente de este gas (producido por lo general por combustión de carbono y convenientemente lavado) á través del jarabe saturado de cal, combinándose con ésta para formar un precipitado de carbonato de cal, mientras que el azúcar libre permanece en solución. Juntamente con el carbonato cálcico se eliminan del líquido una porción de materias no azucaradas contenidas en él. El depósito calizo y esponjoso se lleva hoy, por lo regular, á filtros de presión, tales como los que fabrican Schutz y Hertel de Wurzen (véase la fig. 41), y otros en los cuales se obtiene una separación rápida y completa entre el precipitado y el jarabe. Pero este procedimiento para eliminar la cal no excluye el tratamiento con carbón de huesos, pues éste no se

limita al objeto expresado, sino que además purifica especialmente el jarabe La cantidad de carbón empleada es, sin embargo, mucho menor en tal caso.

Durante la ebullición del jarabe, provocada con objeto de su clarificación, se producen en su seno alteraciones por consecuencia de las cuales queda coloreado en pardo; la presencia de estas materias colorantes pardas dificulta la cristalización del azúcar, y, por consiguiente, hay que alejar tales materias colorantes, lo cual se consigue con toda seguridad mediante una filtración por carbón. De modo que el jarabe, después de clarificado, se filtra por carbón antes de someterlo á la concentración por medio del calor. Pero como en esta última operación se engendran de nuevo las materias colorantes, se hace necesario repetir la filtración. De aquí que la práctica ha aconsejado no llevar de una vez la evaporación hasta su término, sino que se divide en dos partes la operación, filtrando entre una y otra el jarabe, entonces ya bastante concentrado.

El carbón de huesos, cuya notable acción, tanto sobre las sales cálcicas como sobre las materias colorantes orgánicas interpuestas en el jarabe, le hace sumamente importante para los fabricantes de azúcar, es un cuerpo muy poroso. Cada una de las partículas de carbón de hueso contiene gran número de pequeñas cavidades internas, cuyas paredes ocuparían una gran extensión si se consideraran todas reunidas en una misma superficie. Se atribuyen á esta porosidad todas las acciones del carbón de hueso, pues domina la idea de que cada celdilla obra en cierto modo como un tubo capilar, aspirando líquido hasta llenarse, y eliminando las materias en suspensión, á las que retiene después fuertemente por adherencia con sus paredes. Cuanto más completa es esta separación, tanto mejor resulta el azúcar. Pero no hay cuerpo alguno que pueda ponerse al lado del carbón de huesos con respecto á esta propiedad decolorante y purificadora. De aquí que dicho carbón de huesos sea un elemento insustituíble en la fabricación del azúcar de remolacha, hasta el punto de que su empleo en una fábrica, junto con la extracción de una buena proporción de jugo y con una buena clarificación de éste, sean las condiciones más esenciales para el éxito del negocio. Es tan precioso este artículo, que cada una de las partidas adquiridas en una fábrica deben conservarse y utilizarse el mayor tiempo posible, no sólo porque una vez lleno de carbón un filtro sirve para la filtración de una cantidad de jarabe relativamente grande, sino porque todavía, cuando este carbón cesa de decolorar al jarabe, se le somete á una operación por la cual adquiere de nuevo las propiedades perdidas. Esta operación recibe el nombre de *revivificación* del carbón.

La fig. 42 representa un filtro de carbón: *A* es el espacio interno, lleno de carbón; *H* los orificios para introducirlo, y *F* para su extracción; *BB* es un fondo acribillado, recubierto de un paño sobre el cual descansa el carbón; *C* es el tubo de salida del jarabe filtrado, que, según su calidad, se deja fluir por *E*

ó se conduce por *D* para hacerle penetrar en otro filtro á través del conducto *o* (representado en sección), donde fluye; *m*, *n* y *p* son los conductos correspondientes á otros filtros situados al lado. *R* es el tubo de conducción del jarabe; *G* la capa del mismo, que sobrenada; *I*, *J* *K* y *L* son tubos de conducción para vapor, agua, jarabe diluído y jarabe concentrado respectivamente.

En la operación de filtrar se sigue poco más ó menos la marcha siguiente: los filtros, que son de hierro, tienen de 2,50 á 6 metros de alto, y como un metro de ancho: se llenan de carbón reducido á polvo grueso, y se cierran herméticamente. Después se introduce agua fría, que se saca al cabo de algún tiempo para hacer llegar vapor de agua procedente de la caldera, con objeto de completar la purificación y calentar el carbón. La primera energía del carbón se utiliza para filtrar el jarabe concentrado, del cual se hace pasar por el filtro cierta cantidad, antes de destinarlo el jarabe diluído que lo atraviesa con más facilidad; y cuando también de éste ha pasado ya la cantidad correspondiente, se *desendulza* ó descarga el filtro con agua caliente. Entonces el carbón de huesos queda gomoso, viscoso, y si no se ha quitado previamente al jarabe la cal con el gas carbónico (como sucede todavía en varias fábricas), queda también saturado de cal. Para separar ésta se coloca el carbón en cubas de madera, y rociado con agua acidulada por el ácido clorhídrico, se deja abandonado durante algún tiempo, hasta que se produce una fermentación que destruye ó al menos desagrega las partículas orgánicas; pasada la fermentación, se lava el carbón á mano ó por máquina, se deseca y se revivifica caldeándolo hasta el rojo en hornos especiales. Hecho esto, queda de nuevo el carbón apto para filtrar.

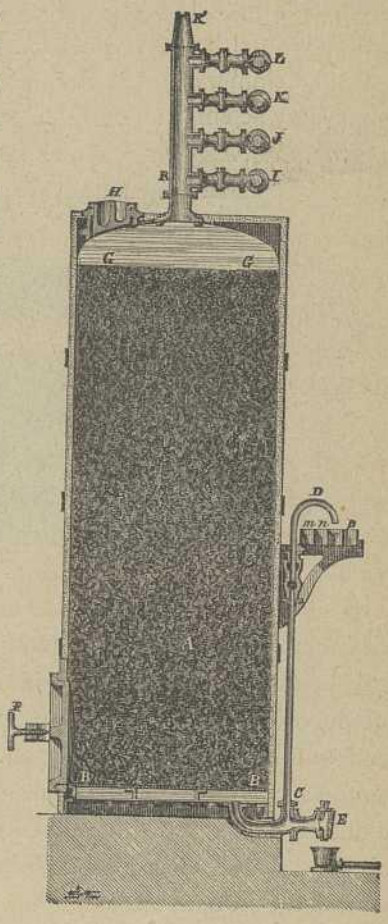


FIG. 42.—Filtro de carbón.

La *evaporación* del jarabe filtrado tiene lugar en calderas calentadas por vapor y se practica en varias veces, como hemos indicado. Antes de filtrarse la primera vez, ya se le ha hecho adquirir por evaporación cierta densidad (12° B). Este jarabe diluído vuelve después á la caldera, elevándose más la temperatura, hasta que llegando al estado de jarabe concentrado, se filtra de nuevo. Del jarabe filtrado por segunda vez es del que se obtiene ya el azúcar

Está en lo posible exento de materias extrañas, y entonces hay que someterlo todavía á la acció r del calor para darle el estado final y más estimado. La figura 43 representa uno de los aparatos empleados en esta operación. La vasija *A* se llena de jarabe, que, cuando ha adquirido la concentración suficiente, puede ser extraído por la llave *B*. La abertura *d* sirve para echar el líquido y para observar su superficie, cuya altura de nivel puede verse en los flotadores, *b* y *c*. Los vapores desaparecen por el tubo *G*. Mientras que la concentración del jarabe clarificado se practicaba antes, bien en calderas suspendidas directamente sobre el fuego, bien en aparatos evaporatorios al baño de vapor, hoy se emplean con este objeto, casi exclusivamente, aparatos de *evaporación en el vacío*, en los que se concentra el jarabe hasta una densidad tal, que se cristaliza inmediatamene por enfriamiento. El empleo de estos apara-

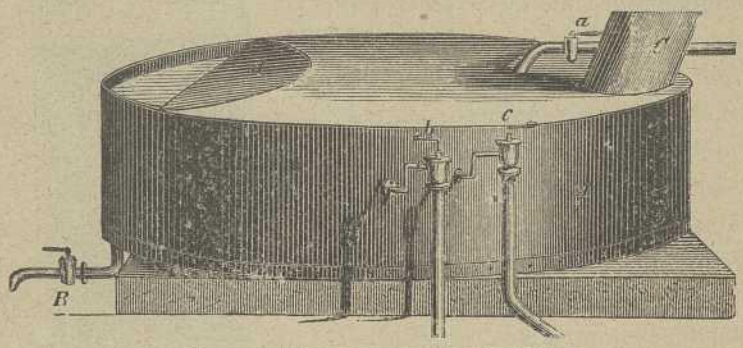


FIG. 43.—Caldera para la concentración del jugo.

tos ha proporcionado un resultado tan perfecto y seguro, cuanto que por la evaporación en el aire enrarecido se evita toda descomposición del jarabe. Es sabido que todo líquido hierve á una temperatura tanto más baja cuanto más enrarecida está la atmósfera que lo rodea; así, por ejemplo, con una altura barométrica como la que se observa sobre nuestro suelo, hierve el agua generalmente á los 98° centígrados, y en las altas llanuras del Perú lo verifica ya á los 90° centígrados. En este punto está el aire tan enrarecido, que no pueden ponerse los huevos duros por el medio ordinario, ni tampoco cocer las patatas, pues á consecuencia de esta disminución en la presión del aire, el agua entra en ebullición á una temperatura á la que no puede todavía modificar en el sentido requerido por dichos alimentos. Pero el agua en ebullición no adquiere una temperatura superior á la de su punto de ebullición, en tanto que permanece constante la presión con la que aquél disminuye. Así, pues, si mediante una máquina neumática se quita, á medida que se produce, el vapor que, junto con el aire, forma la atmósfera encima de la superficie de un líquido contenido en vasija cerrada, disminuye considerablemente la presión y puede vaporizarse rápidamente dicho líquido sin tener que elevar la temperatura hasta el grado más elevado que hubiera sido preciso para que hirviera á la

presión ordinaria. Con este fin están dispuestas las vasijas evaporatorias en el vacío, que no son otra cosa que vasijas herméticamente cerradas por todas partes, de cuyo interior se extrae, por medio de una bomba y á medida que se produce, el vapor que resulta de la ebullición del líquido contenido. Con temperaturas relativamente bajas, mantenidas por este medio durante la evaporación, no hay motivo para que se formen las materias colorantes pardas en el jarabe, y no sólo permanece éste blanco, sino que, además, da mayor rendimiento en azúcar cristalizable, pues disminuye también la formación de azúcar invertida. Las ventajas de la evaporación en el vacío consisten, pues, en la rapidez de la evaporación, sin necesidad más que de una pequeña elevación de temperatura, que se obtiene por medio del vapor, el cual se hace entrar con este objeto en un espacio situado bajo la caldera. En lugar de la bomba aspirante, ó al mismo tiempo que con ella, se favorece muchas veces la eliminación de los vapores por condensación; desde la caldera se las conduce por medio de un tubo ancho hasta una pequeña vasija metálica cerrada, sobre la cual cae una lluvia continua de agua fría desde una fuente de regadera. La rápida condensación producida en el interior determina por sí sola un espacio enrarecido y una aspiración también rápida del vapor de la caldera.

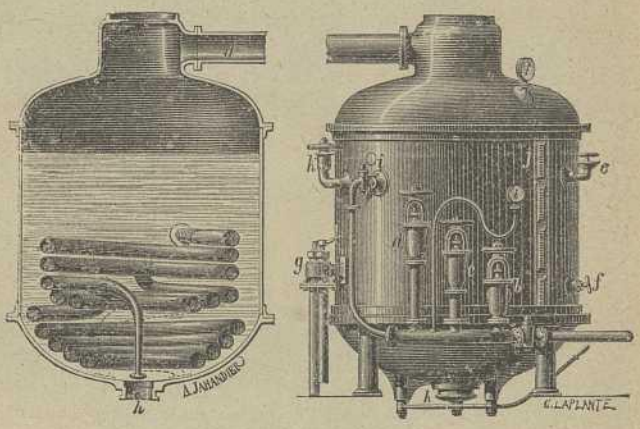


FIG. 44.
Vista exterior y en corte vertical del aparato para evaporación en el vacío.

La introducción de estos aparatos de evaporación en el vacío es debida á *Howard* (1812), y su empleo, aunque se trate de máquinas complicadas y caras, señala un importante progreso en la industria del azúcar de remolacha. Las figuras 44 y 45 nos muestran el interior y exterior respectivamente de uno de estos aparatos de evaporación en el vacío; por el tubo *d*, que comunica directamente con la bomba, salen el aire y los vapores producidos por el jarabe, el cual se introduce en el aparato por el tubo de válvula, *g;* la válvula de palanca, *h*, sirve para vaciar la caldera; *b*, *c* y *d* son válvulas que, cuando es necesario, dan paso al vapor á los serpentines del interior de la misma; *f* es una portezuela para la entrada de un obrero, y *j*, un manómetro.

Con objeto de aprovechar mejor el calor que lleva en sí el vapor de agua desprendido, se han construído y propuesto multitud de aparatos. Rillieux, de América, por ejemplo, ponía en comunicación recíproca varias calderas de

evaporación en el vacío (ordinariamente tres), de tal modo que el vapor engendrado en la primera (la cual era calentada por el vapor de la máquina motríz), se utilizaba para calentar el jarabe de la segunda y tercera, y así sucesivamente, con lo cual se obtenía una economía de un 30 ó 40 por 100 en el combustible. Los aparatos de Tischbein son una modificación particular del anterior: las calderas están sobrepuestas una á otra, y los tubos de vapor describen dentro de ellas espiras horizontales, por las qne conducen el vapor de unas á otras. Más sencilla es otra forma (aparato de Robert), en la cual los tubos de

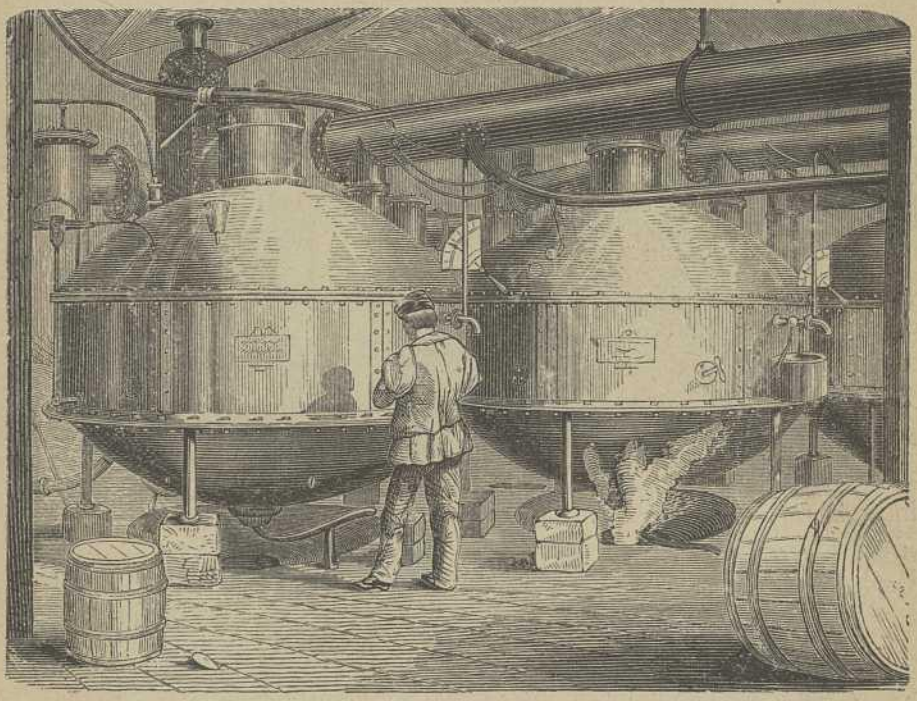


FIG 45.—Calderas evaporatorias en el vacío.

calefacción son, en lugar de horizontales, verticales, y el jarabe se halla rodeado por todas partes de vapor. Esta disposición, que además tiene la ventaja de la mayor facilidad para limpiar los tubos, se halla representada en la fig. 46. *A* es la primera caldera, mirada de lado; *B* y *C* son cortes transversales de la segunda y tercera calderas. En el interior de todas ellas existen varios centenares de tubos verticales de calefacción, que se adaptan por sus extremos á los orificios correspondientes de los dos fondos, *a* y *b*, que limitan el departamento de caldeo al vapor. El vapor de la máquina penetra por *c* y rodea esos tubos, en los que circula el jarabe: el agua condensada fluye por *d*. Bajo el fondo *b*, y sobre el *a*, existen espacios ocupados por el jarabe y que comunican entre sí por los tubos; el jarabe penetra por el tubo de embudo *e* en el espacio inferior, y de aquí pasa al superior por los tubos verticales. Los vapo-

res desprendidos en *A* del líquido en ebullición ascienden por el tubo *f* hasta el *g*, desde donde pasan al baño de vapor de la caldera siguiente, *B*, y así sucesivamente. El agua condensada en esta segunda caldera sale por *h*. El tubo *g* está rodeado de otro que le envuelve, *i*, con objeto de que no pasen al primero las partículas de jarabe proyectadas por el vapor, que se perdería en tal caso. Estas partículas se van acumulando, por el contrario, en el espacio intermedio entre *g* é *i*, y desde aquí son conducidas por el tubo *k* á la parte inferior de la caldera siguiente. Los vapores desprendidos de la tercera caldera, *c*,

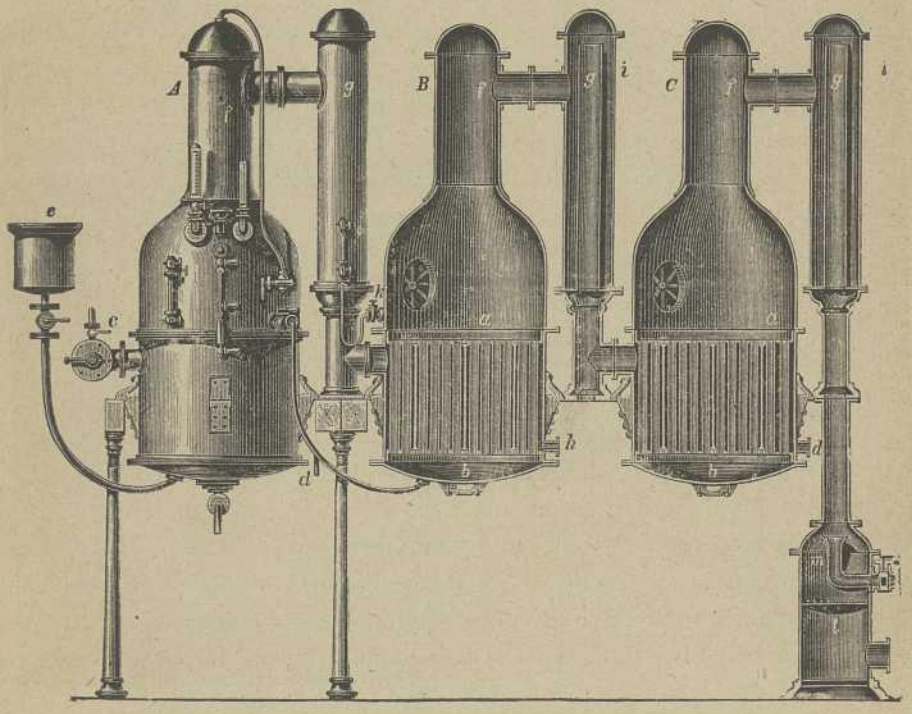


FIG. 46.—Aparato de evaporación en el vacío, de Robert.

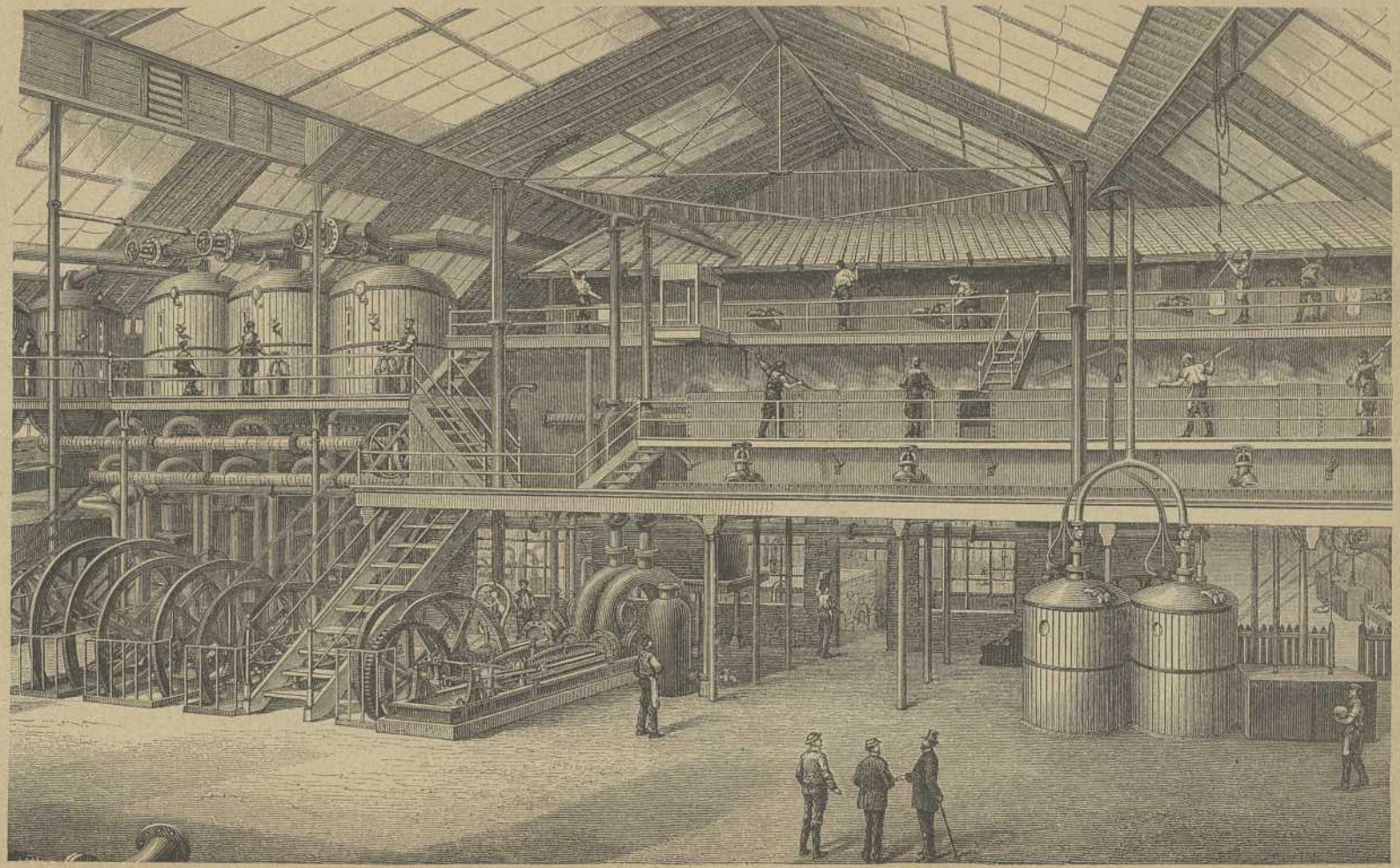
no se utilizan ya como foco calorífico, pero producen también su efecto útil en la forma siguiente: penetra por un tubo de comunicación en el condensador, *l*, en cuyo interior salta un surtidor de agua fría, conducida por el tubo encorvado, *m*, haciendo condensar rápidamente aquellos vapores. De esta suerte se origina un espacio vacío, y la ebullición tiene lugar en la tercera caldera, á una temperatura relativamente muy baja (menos de 60° centígrados), propagándose además este enrarecimiento á las otras dos, aunque en menor proporción, de modo que los vapores empleados como foco calorífico están tanto más calientes, cuanto más próximos á la primera caldera. Sólo cuando parten deésta los vapores tienen una temperatura de 100° centígrados; no podrían, pues, provocar la ebullición en la caldera *B*, si el enrarecimiento determinado por la condensación en *l* no hubiera rebajado hasta 85° centígrados el punto de

ebullición en dicha caldera, permitiendo así que sea eficaz la acción calentadora de aquéllos. Y á su vez los vapores que arrancan de esta segunda caldera á la temperatura de 85° centígrados sólo pueden llevar á 60° el líquido de la tercera, que hierve, sin embargo, en ésta por el enrarecimiento correspondiente. Al principiar la operación, los espacios de las calderas están llenos de aire á la presión atmosférica, y, por consiguiente, no es posible la ebullición en la segunda y tercera, siendo preciso para ello enrarecer dicho aire por medio de una máquina neumática. Una vez en marcha el aparato, la acción del condensador sostiene en él el grado de vacío conveniente.

Después que el jarabe claro ha alcanzado, por evaporación, la concentración conveniente, puede llevarse directamente á las vasijas destinadas á la cristalización, ó bien se le lleva á los *refrescadores*, donde el líquido se mantiene todavía suavemente calentado y se cuela, ó simplemente lo último.

Según la clase comercial del azúcar que se quiere obtener, así se conduce de distinta manera la cocción; por ejemplo, cuando se quiere fabricar simplemente azúcar en bruto, que consta de masas informes cristalinas, se concentra el jarabe de modo que escurra como un líquido espeso y no muestre señales de cristalización. Esta masa azucarada se extrae inmediatamente de las vasijas evaporatorias y se vierte en cajas llamadas de Schützenbach, ó en otras análogas, donde ha de cristalizarse. Estas cajas tienen en el fondo pequeñas bocas que están tapadas cuando se vierte el jarabe, pero que se abren cuando éste lleva en ellas mucho tiempo (de doce á veinticuatro horas) para que pueda fluir el líquido restante. En el departamento que recibe las cajas existen columnitas que se levantan 30 centímetros sobre el fondo, con canales para recibir el jarabe, y sobre las cuales se coloca las cajas ó cristalizadores.

Puede asimismo dirigirse la cocción para obtener azúcar en grano ó en polvo, y también en bruto, cuando el producto no se presta para obtenerle en panes. Para ello se concentra el jarabe hasta que la masa se cristalice en la misma vasija evaporatoria, y se prosigue concentrando hasta que estos cristales tengan el tamaño y la forma que se quiera. El operario que dirige la concentración es árbitro, hasta cierto punto, del aspecto, forma y constitución de los cristales de azúcar, y puede en una misma calderada preparar cristales pequeños y gruesos, brillantes y mates, densos ó ligeros, y granujientos de granos más ó menos finos. Es preciso, pues, reconocer que la concentración del jarabe, si no un arte, es por lo menos una gran habilidad, que sólo se adquiere por la práctica.



Interior de una fábrica de azúcar de remolacha.

AZÚCAR EN BRUTO

Una vez dispuesta la calderada destinada á la preparación del azúcar en bruto, y concentrada en el vacío, se lleva al refrigerante, donde todavía se calienta un poco. Cuando la concentración se verifica al aire libre, se enfría realmente el líquido en el refrigerante; pero cuando se practica en el vacío, como la temperatura es casi la mitad que en el caso anterior, conviene calentarle un poco en él, pues como saben muy bien los técnicos, para la cristalización es ventajoso cierto grado de calor. Durante este recalentamiento se agita la masa para evitar que cristalice antes de la temperatura deseada, en cuyo caso el producto sería granujiento, en vez de compacto, que es lo que se quiere. Una vez alcanzada la temperatura conveniente, se llenan con el líquido, por medio de unas tacitas de pico, los moldes, de forma distinta, según los casos; los mayores se emplean para las clases de azúcar inferiores y más difícilmente cristalizables. Estos moldes son por lo general de palastro, y su forma corresponde á la del pan de azúcar que se quiere obtener (los moldes de loza son mucho menos usados). Tienen en el vértice un orificio para la salida del jarabe, cuyo orificio está naturalmente cerrado al llenar el molde y no se abre hasta después de algún tiempo de reposo. Antes de esto se agita el contenido del molde con una larga varilla, plana, de madera, con objeto de hacer más uniforme el enfriamiento; y cuando éste es completo, se colocan sobre potes de arcilla cocida, ó más generalmente sobre unos soportes que llevan tablitas con agujeros, por los cuales atraviesan las puntas de los conos, al destapar las cuales, cae el jarabe en unas canales que lo conducen á grandes vasijas, donde se reune.

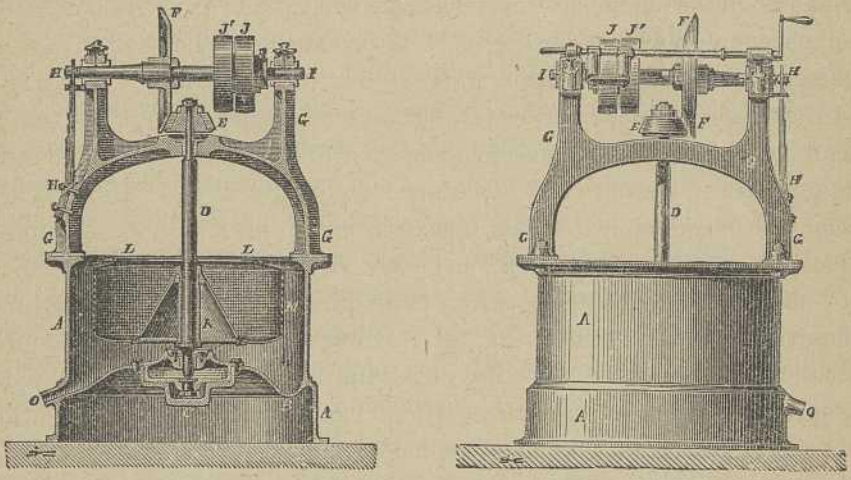
El jarabe tarda de cinco á ocho días en fluir de las formas, y de dos á cuatro de las cajas, á no ser que se active la salida por aspiración, lo cual se practica muy fácilmente mediante una bomba neumática. Después de extraído totalmente el jarabe, se vacían los moldes, y la masa compacta de azúcar que se extrae se parte con un mazo de madera ó se muele en molinos especiales. Este es el azúcar en bruto, que después de tenerlo algún tiempo en una estufa calentada por medio de tubos de vapor, se envasa en barricas y se expende al comercio.

El jarabe que fluye de los moldes y cajas se concentra de nuevo y se obtiene con él un segundo producto, cuya cristalización, sin embargo, es más lenta que la del primero, pues contiene, para menor cantidad de azúcar, la casi totalidad de las sales (sales potásicas y cloruro sódico) que existen naturalmente en la remolacha, y que entorpecen la cristalización del azúcar. Del jarabe de la segunda cristalización puede obtenerse, por concentración, un

tercer producto, y así sucesivamente, hasta que queda un líquido por completo incristalizable: la *melaza.*

El azúcar cristalizado en moldes y destinado á tomar la forma de terrón ó polvo blanco, no puede dejársele con el mismo color que tiene en aquéllos, sino que ha de recibir después su aspecto agradable y color blanco de nieve. Para este fin, y estando aún en los moldes, se le somete á una operación que se llama *cobertura*, y que consiste en arrastrar todo el jarabe interpuesto entre los cristales por medio de un líquido que se filtra por dichos intersticios.

En un principio se cubrían los moldes con una capa de arcilla húmeda, de un grueso hasta de tres centímetros, y después que se secaba se reemplazaba



FIGURAS 47 y 48.—Máquinas centrífugas.

varias veces por otra nueva. Actualmente se practica esta operación, bien con jarabe verde, bien con una disolución saturada de azúcar, que se prepara con el azúcar más puro posible, en agua caliente; se clarifica la disolución con carbón de huesos y sangre ó clara de huevo, y se filtra todavía por carbón de hueso en polvo. El jarabe verde, ó la disolución de azúcar, penetra en los intersticios del azúcar cristalizado en el molde, y arrastra en su descenso las materias colorantes que todavía existieran y las partículas de jarabe retenidas, fluyendo, por último, en la vasija colocada debajo.

Para separar el jarabe del azúcar se utilizan comúnmente máquinas centrífugas (véanse figuras 47 y 48). *A* es un cilindro de hierro fundido, en el cual gira, con extraordinaria rapidez, el tambor *L*, alrededor de su eje, *D*. La superficie lateral del tambor está agujereada á modo de criba, como se ve en *M*, para que el jarabe pueda ser lanzado á través de los orificios; dicho jarabe penetra por *O*. *C* es el sostén del eje; *G* un marco de hierro fundido, *K* un cono de lata que rodea al eje y que reduce la superficie del fondo; *E* y *F* son

pequeñas ruedas de discos, cónicas, que por su frotamiento engranan y convierten en vertical el movimiento horizontal del árbol, *H I*. *J* es la rueda sobre las que se adaptan las correas de transmisión, con un mecanismo para trasladar dichas correas á la rueda *J'* cuando se quiera dejar en reposo al aparato.

Pero por sólo este medio es muy difícil alcanzar una blancura absoluta del azúcar, teniendo en cuenta que basta una pequeña huella de jarabe interpuesto para comunicarle un tinte amarillento. A fin de disimular esta coloración se suele añadir al azúcar algo de azul ultramarino, que, con el amarillo, forma un verde pálido, comunicando al azúcar un aspecto muy claro y agradable. Durante algún tiempo se clamó en los periódicos contra esta adición de azul ultramarino, como peligrosa para la salud de los consumidores; pero la alarma era infundada, pues la expresada sustancia, en la pequeñísima cantidad en que se empleaba (un kilogramo para 50.000 kilogramos de azúcar), es completamente inofensiva para el hombre.

Un azúcar bien preparado debe quedar completamente limpio, y, por consiguiente, blanco mediante tres (ó á lo más cuatro) coberturas con jarabe ó disolución de azúcar, después que ha escurrido el jarabe, ó que se ha aspirado mediante la máquina neumática, se extrae el pan de azúcar y se coloca en un local muy caliente, apoyado por la base y cubierto, bien por el mismo molde, ó por un cucurucho de papel, con objeto de que se disipe la pequeña cantidad de líquido que pudiera aún quedar en el vértice del pilón. En esta estufa se deseca el pan de azúcar, y después de separar la punta y la base, se envuelve en papel y expende como azúcar de pilón. Para la preparación del azúcar en polvo se utiliza el primer producto limpio, y también otros posteriores, ó los panes que no han quedado completamente blancos. Se rompe en trozos la masa, que se lleva luego á molinos especiales, donde se pulveriza finamente. Del mismo modo se obtiene el azúcar refinado en polvo.

Mientras que las remolachas ricas en azúcar y desarrolladas en un terreno apropiado están frescas y sanas, puede directamente obtenerse, por evaporación de su jugo, azúcar de pilón; y esta fabricación es, por lo general, la más ventajosa, puesto que de un golpe ofrece la mayor parte del producto y en la forma más estimada. Pero cuando no están completamente sanas, tienen mucho tiempo ó proceden de un suelo poco apropiado, no se consigue obtener directamente el azúcar en terrón y se hace preciso, si el jugo tiene ya cierta concentración, añadir azúcar para determinar la cristalización. Para este fin puede elegirse un azúcar cualquiera, aunque sea algo impuro, como, por ejemplo, las puntas de los panes después de la cobertura, en las cuales queda mucho jarabe.

El refinado del azúcar oscuro de caña tiene mucha semejanza con la preparación del azúcar de pilón, partiendo del jugo de la remolacha; sólo que en aquel caso la labor comienza, como es natural, por la disolución de dicho azú-

car en agua, el cual se calienta después á un baño de vapor, se filtra la disolución, se decolora por el carbón animal y se concentra por la evaporación, etc. Al mismo tiempo que con la forma cónica, circula hoy en el comercio el azúcar refinado en la de pequeños cubos ó trocitos rectangulares, que se han obtenido partiendo la masa cristalizada en cajas.

El azúcar en bruto que penetra en los Estados de la unión aduanera para ser refinado, y como tal exportado de nuevo, no paga tributo alguno; pero como médico de precaución, se le *desnaturaliza* en las aduanas; esto es, se mezcla con carbón de huesos ú otra sustancia análoga, poniéndolo en un estado en el que no puede servir ya para los usos ordinarios.

El jarabe que queda como último residuo de la fabricación del azúcar de remolacha, ó sea la melaza, sólo se utilizaba antiguamente para la fabricación de aguardiente; hoy se emplean medios para separar de él la mayor parte del azúcar cristalizable que todavía contiene, con lo cual ha aumentado considerablemente su valor. Los procedimientos más usados para este fin son: el de la *cal*, el de *ósmosis* y el de la *estronciana*. El primero consiste en combinar el azúcar cristalizable de la melaza con la cal, y el sacarato cálcico seco se lava con alcohol convenientemente diluído, para eliminar en lo posible las sustancias extrañas. Este sacarato se trata después del mismo modo, y juntamente con el que resulta de la clarificación del jarabe en la fabricación especial. Además se han propuesto multitud de modificaciones de este procedimiento, que se practica en algunas fábricas. Por el de ósmosis se diluye la melaza en agua, se le añade algo de cal y se le somete á la difusión en aparatos apropiados. El azúcar, como cuerpo cristaloide, atraviesa la membrana de papel pergamino, mientras que las sustancias mucilaginosas incristalizables quedan sobre ella. El procedimiento de la estronciana, debido á *Scheibler*, se funda en la combinación del azúcar de la melaza con estronciana y la descomposición del sacarato estróncico, formado, por medio del ácido carbónico, del mismo modo que el sacarato de cal. La estronciana se obtiene por la calcinación de la estroncianita; el mineral calcinado se apaga en agua, y el hidrato de estronciana que resulta es el que se mezcla con la melaza diluída y calentada al baño de vapor. En estas condiciones se separa el sacarato de estronciana del líquido en forma de un polvo arenoso y denso, que se puede aislar mucho más fácilmente que el sacarato cálcico correspondiente, porque este último tiene una condición mucilaginosa. De aquí la ventaja de la estronciana sobre la cal. La separación del sacarato de las aguas madres debe hacerse siempre en caliente, pues por enfriamiento se produce ya una descomposición parcial del sacarato; por lo mismo puede recobrarse la parte del hidrato térreo sin necesidad de la intervención del ácido carbónico, y sólo hay que separar las últimas proporciones de dicho hidrato en forma de carbonato insoluble. Para consignar las numerosas modificaciones introducidas en los citados procedimientos se necesitaría dema-

siado espacio; por lo que sólo mencionaremos que en el año 1883 practicaban el aprovechamiento de las melazas, además de la explotación directa de la remolacha, 192, ó sea próximamente la mitad de las fábricas de azúcar en actividad dentro del imperio alemán; y de ellas, 124 por el procedimiento de de ósmosis, 50 por el de la cal, y las restantes por otros.

Además de la caña de azúcar y de la remolacha, se ha intentado también extraer de otras plantas azúcar para el consumo ordinario, como, por ejemplo, del maíz, en Francia. Sin embargo, estas empresas tienen poca importancia para que merezcan un estudio detenido, y sólo consagraremos todavía algunas líneas á ciertas variedades de azúcar que tienen realmente algún interés práctico.

AZÚCAR DE ARCE

En la Luisiana (América del Norte) se comenzó en el siglo pasado á extraer azúcar del jugo del arce dulce *(Acer saccharinum)*, y en Europa ofrecen también un jugo azucarado otras especies de arces, si bien entre nosotros la explotaciónde l azúcar que contienen no se practica más que en mínima escala. En el Norte de América es otra cosa; hacia fines de Enero y todo Febrero se taladran los árboles en diferentes puntos, desde los 30 á los 46 centímetros de altura sobre el suelo, en dirección inclinada de abajo arriba y hasta una profundidad de unos cuatro centímetros, de modo que queden atravesadas las capas exteriores de la madera, ajustándose á los orificios canales de caña ó de saúco, de 12 centímetros de longitud, que conducen el jugo á vasijas situadas debajo. En cada tronco dura cinco días la salida del jugo, y en total se prolonga la operación hasta mediado Marzo, época en que se desarrollan las hojas y ya no puede extraerse la savia. Se cicatriza la herida, y según muchas investigaciones, la operación no perjudica en nada á la planta. El jugo obtenido es claro como el agua, y, conforme á las circunstancias, de densidad variable. En Hungría, doscientos árboles proporcionaban 39 kilogramos de azúcar en bruto, muy bueno, y además una cantidad de jarabe equivalente á 12 kilogramos más de azúcar. Se puede calcular un kilogramo de azúcar en bruto por cada 20 kilogramos de jugo; y en América, cada árbol da de dos y medio á tres kilogramos de azúcar. Durante el año 1840 ascendió la producción de azúcar de arce en los Estados Unidos á 17.500.000 kilogramos, si bien en el de 1850 no llegó más que á 12.125.000, y después ha ido descendiendo cada vez más. En el Canadá se calcula la producción anual de azúcar de arce en tres á tres y medio millones de kilogramos. Los explotadores penetran generalmente de dos en dos ó de tres en tres en los bosques de arces, cargados de todos los utensilios de que se sirven en su tosca fabricación. El uno cuida de la evaporación del jugo; el otro de taladrar los árboles y de suministrar continuamente

nuevas cantidades del mismo, y el tercero tiene que atender á diversas faenas; aparte también de proveer á la pequeña sociedad de los medios necesarios para la alimentación. A los dos ó tres meses vuelven, por lo general, con un botín de 750 á 1.000 kilogramos de azúcar. El azúcar de arce puede obtenerse de un blanco tan agradable, que apenas si se distingue del azúcar de caña, y, además, en América se tiene mucha afición al azúcar en bruto y oscuro de arce, obtenido en la tosca forma indicada, porque posee cierto sabor que, cuanto más se gusta, más se estima.

AZÚCAR DE SORGO Y DE PALMERA

Durante algún tiempo, antes de la guerra civil, adquirió importancia en los Estados de la América del Norte el cultivo de otra planta azucarada, el sorgo ó caña de azúcar china *(Sorghum vulgare, Holcus saccharatus)*. Se pretendía, en efecto, hacer con él competencia al azúcar producido en los países cálidos de la caña cultivada por sus esclavos, combatiendo también con ello la misma esclavitud. En realidad, el sorgo se utilizó en abundancia para obtener un jarabe excelente, formando sus residuos un forraje de muy buenas condiciones; pero la obtención de azúcar cristalizada tropezó con grandes dificultades. Mientras el sorgo no está aún completamente maduro, el jugo dulce de su tallo contiene solamente azúcar incristalizable; sólo después de la completa madurez de las semillas pueden obtenerse en estado de cristalización unas dos terceras partes del contenido de la savia en la proporción de 9 por 100; pero, en cambio, el tallo, que se ha endurecido entonces considerablemente, tiene que cocerse para que pueda servir como forraje. En nuestros tiempos parece tender á recobrar nueva importancia la producción del azúcar de sorgo en el Norte de América, habiéndose conseguido elevar hasta 17 por 100 la riqueza en azúcar del jugo de esta planta. El sorgo se da muy bien en muchos territorios de la Europa Central, y merece, sin duda, que se fije en él más la atención de lo que hasta ahora se ha hecho. Con el mismo fin se cultiva en el Norte de América una variedad de la mencionada planta, conocida bajo el nombre de *imphee*, que es muy particularmente apropiada al efecto, porque madura en poco tiempo.

El azúcar de palmera, por último, es sobre todo importante en las Indias orientales, las Molucas, Filipinas é islas del mar del Sur. Casi todas las palmeras tienen un jugo dulce, que fluye en gran cantidad cuando se practica una incisión en los tallos nuevos. Si esta extracción de jugo no es excesiva, los árboles conservan durante muchos años un buen desarrollo. Una sola palmera de coco ofrece al año más de 250 kilogramos de jugo, que contiene una quinta parte de azúcar. El azúcar extraído de este jugo, por evaporación, viene al

comercio en forma de panes redondeados como la cáscara de coco que le sirve de molde. Este azúcar de coco se prepara principalmente en las Molucas, islas Maldivas y en la costa de Coromandel, y también, en parte, en Ceilán. Después de la palmera de coco, la más estimada para la extracción del azúcar es la palmera de dátiles, de la cual se obtienen anualmente sobre 65 millones de kilogramos de azúcar, de los cuales, sin embargo, sólo una pequeña porción es exportada á Inglaterrra; la mayor parte se consume en las mismas Indias. Este azúcar es muy granujiento, y por lo menos iguala en precio al azúcar de caña. El total de azúcar de palmera que se produce anualmente se hace ascender á dos millones de quintales; cantidad que permite ciertamente representar un papel importante en el comercio á este producto, desconocido casi por completo entre nosotros. Si comparamos las cantidades de azúcar de los diferentes orígenes con el total de la producida en la Tierra, encontraremos que la fabricación europea no es, ni con mucho, la que domina, como hubiera podido creerse á primera vista. En efecto, aportan azúcar cristalizado para el consumo del hombre:

La caña de azúcar.....	73.5	por 100	del total.
La remolacha.....	22,5	»	»
Palmeras de diferentes clases.....	2,75	»	»
El arce, sorgo, maíz, etc.....	1,25	»	»

SACARINA

Para terminar este capítulo, parécenos del caso hablar de una sustancia nueva que, aunque de naturaleza y procedencia enteramente distintas de las del azúcar, goza ya de una aplicación bastante extensa en medicina, como sustituto del mismo, y parece llamada, en tal concepto, á desempeñar en tiempo próximo un papel no despreciable en la economía doméstica.

Estamos acostumbrados á oir hablar del alquitrán mineral (un producto secundario, negro y pegajoso de la fabricación del gas del alumbrado), como fuente de infinidad de materias colorantes, perfumes, condimentos y drogas, cuya extracción constituye hoy una rama muy fecunda de la industria; y tendremos ocasión, al tratar más adelante de la tintorería, de ocuparnos un poco más de cerca de semejante producto, á primera vista tan repugnante. Muchos confiteros se hallan familiarizados ya con la *vainillina*, que es un derivado del alquitrán, que emplean en sustitución de la vainilla, para prestar el conocido sabor de ésta á ciertos dulces; pero hasta una fecha muy reciente no hubieran ni siquiera sospechado que ese producto, antes tan despreciable, de la destilación de la hulla, contuviera un principio dulcificante que les permitiese prescindir del azúcar mismo en la fabricación de sus tortas y bombones. Y, sin

embargo, esto ya es un hecho, pues en 1885 el químico *Fahlberg* descubrió en el alquitrán una sustancia de dulzor intenso, á la que, por su constitución química, corresponde en la ciencia el nombre de *ácido ortosulfaminbenzóico anhidro*, y se conoce hoy en el comercio con el de *sacarina*, siendo ya objeto de la fabricación industrial.

Constituye un polvo blanco cristalino, muy parecido al azúcar finamente pulverizado, y tiene un dulzor trescientas veces más intenso que el del azúcar de caña (sacarosa); es decir, que un gramo de sacarina produce igual efecto dulcificante que 300 gramos de azúcar de pilón, bastando dos partes de él para volver tan dulce como el producto de la caña, mil partes de azúcar de fruta (glucosa). No tiene, como el azúcar, la calidad de un alimento, sino que es simplemente un condimento dulcificante, que sale del organismo humano tal como entra, esto es, sin sufrir cambio alguno, y sin producir efectos perjudiciales de ningún género, aun cuando se tome de él, en un solo día, una porción equivalente á un kilogramo de azúcar. De aquí su valor inapreciable para condimentar los alimentos de las personas que adolecen de *diabetes mellitus*, de obesidad y de las perturbaciones de la digestión debidas á procesos anormales de fermentación, en cuyos casos se prohibe el uso del azúcar y otros hidratos de carbono. Al principio el precio elevado de la sacarina era obstáculo á que compitiera ventajosamente con el azúcar en el consumo ordinario; pero hoy han variado las condiciones de su fabricación en términos que ya empieza á emplearse en las confiterías y para los usos domésticos.

LAS BEBIDAS DE INFUSIÓN

CAFÉ, TÉ Y CACAO

Importancia fisiológica de estas bebidas, y analogía de su composición química.—El café.—Historia de la bebida del café.—Las primeras expendedurías de esta bebida.—El arbusto del café.—Su cultivo en los cafetales.—Recolección de los frutos.—Su desecación y descascarillado.—Variedades del café como objeto comercial.—Su acción sobre el organismo.—La cafeína.—Preparación de la infusión de café.—Tostado de las semillas.—La achicoria como la más funesta de las raíces.—El té.—Generalización de la infusión caliente de sus flores y hojas.—Té chino.—Leyenda sobre su origen.—Naturaleza y cultivo del arbusto del té.—Recolección y tratamiento de las hojas.—Té verde y té negro.—Falsificaciones.—Variedades de té.—Su composición química.—Preparación de la bebida.—Sus acciones fisiológicas.—Sustitutos del té en otros países.—Té del Paraguay ó maté.—Té coca.—Hojas del arbusto del café, etc.—Cacao y chocolate.—El árbol del cacao.—Su cultivo.—Recolección de los frutos.—La theobromina.—Manteca del cacao.—El chocolate.—Su preparación, falsificaciones y gusto.—Chocolate de Dodoa.

EL desarrollo de los pueblos ofrece notable analogía con el de los individuos. Del mismo modo que en cada uno de los miembros que en el seno de aquellos desaparecen y se renuevan, obsérvase en las naciones una niñez, un período de educación, otro en que han adquirido el máximum de

perfección y, finalmente, un retroceso ó decadencia que precede á su muerte; y por más que tal fenómeno ofrezca algo de interesante, pues cada uno de dichos períodos tiene un desenvolvimiento mucho más grandioso que en el del individuo, engendrando inmensas agitaciones como consecuencia de una lenta alternativa entre el adelanto y el retroceso, y cuyas agitaciones forman y determinan la vida misma de aquel pueblo, no debe parecernos tan pasmoso en cuanto á sus causas fundamentales, si se tiene en cuenta que el todo resulta del conjunto de sus partes, y que las fuerzas naturales, actuando de un modo armónico sobre éstas, deben ofrecer necesariamente sus fenómenos en grande escala.

La humanidad tiene en cierto modo un carácter fisiológico, como lo tiene el hombre; necesita alimentarse, está sujeta á enfermedades, se regocija y busca expansión... sólo que no muere tan fácilmente. Y ciertos actos que acostumbramos á considerar como casuales con referencia á los individuos en particular, tienen su razón de ser en una ley de la vida de la humanidad misma, á la cual aquéllos no pueden sustraerse tan fácilmente como se cree de ordinario. Se dice, por ejemplo, que fumar tabaco es un mero vicio. Nada menos cierto; no se trata, en efecto, de un acto puramente voluntario en el individuo, sino que podemos observar, como regla general, que todos los pueblos, así que han conseguido proporcionarse la satisfacción de las primeras necesidades de la vida, comienzan á buscar medios para obtener una exaltación intelectual, ó de la fantasía; y así que han realizado este objeto, nace en ellos la necesidad y el deseo de las sustancias narcóticas.

Esto constituye ya una circunstancia sumamente interesante en sí misma; pero todavía llama más la atención del hombre pensador el hecho de que en la naturaleza de los medios revelados en los diferentes pueblos para satisfacer unas mismas aspiraciones, se manifieste una curiosa coincidencia, toda vez que la composición química de los artículos de consumo que no son absolutamente indispensables para la precisa conservación de la vida, es por doquier una misma.

El hecho de que los medios de alimentación con cuya ayuda se sustenta el individuo, contengan en todas partes los mismos elementos integrantes, no es tan extraordinario, puesto que la existencia de la humanidad está supeditada á la presencia de dichos elementos, de modo que el linaje humano habría desaparecido, ó por lo menos habría experimentado un cambio esencial en su desenvolvimiento si esos imprescindibles auxiliares de la vida no se le hubiesen ofrecido siempre en la Naturaleza en su forma primitiva y constante. El hombre va á buscar en sus alimentos el reemplazo á las partes constituyentes de su organismo, consumidas por su crecimiento, su vida y su trabajo; experimenta una sensación de hambre precisamente respecto de las sustancias que, bien sostienen su respiración, bien intervienen en la reconstitución del tejido

muscular, gastado y deshecho por la actividad de sus órganos. En este caso, pues, el cuerpo solicita imperiosamente lo necesario, y la humanidad hace lo que tiene que hacer el individuo. Pero el hecho de que también en la elección de lo que parece superfluo encontremos bajo todos los climas sustancias por completo análogas, que produzcan los fenómenos de la exaltación, la excitación ó el adormecimiento, y que inconscientemente en la esfera de sus gustos venga el hombre á fijar la mirada en las indicadas sustancias contenidas en productos de diverso aspecto, es y no puede ménos de parecer verdaderamente sorprendente.

Por todas partes, en los más diversos climas, recurre el hombre al alcohol para acrecentar la dicha en su alma, para ponerse, aunque transitoriamente, en un estado de embriaguez; y en este concepto, se encuentra á igual altura el hombre civilizado que bebe Champagne, que el tártaro que se embriaga con leche de burra fermentada. Por otra parte, existe una clase de sustancias de cierta composición química, que se distinguen por la curiosa propiedad de excitar la viveza de nuestra fantasía y la actividad de nuestro sistema nervioso; también los pueblos han sabido, mediante un instinto maravilloso, descubrir esta clase de sustancias, lo mismo en las regiones polares que bajo el sol abrasador del ecuador. Tales son las sustancias químicas activas contenidas en la infusión de café, té, cacao, etc. Y si, por último, investigamos la composición de la clase de artículos de consumo dotados de propiedades narcóticas, encontraremos en ellos un carácter químico determinado y constante, que es precisamente la causa de que plantas, ó partes de plantas a veces de aspecto por completo diverso, sean objeto de un uso general y en el mismo sentido.

En efecto; si consideramos la composición química del café, el té, el cacao y los productos vegetales usados aquí y allá para preparar por infusión bebidas análogas, como el té del Paraguay ó maté, ó la guarana en la América del Sur, y la nuez de guru en el Sudán, encontraremos en todas ellas una base vegetal característica, uno de los llamados alcaloides, al cual hay que atribuir la acción fisiológica especial que distingue á dichos artículos, y en virtud de la cual, y de un instinto sutil, la humanidad sabe reconocerle bajo las formas más diversas.

En el té y el café el alcaloide es completamente el mismo, y su presencia en las plantas respectivas, en una proporción relativamente abundante, así como lo agradable de su aroma y modo de obrar explican la aceptación que han alcanzado esos irremplazables productos en la mayor parte de la tierra habitada.

EL CAFÉ

El clima primitivo del arbusto del café, y, por consiguiente, el suelo nativo de la costumbre de beber su infusión, debió ser Abisinia; en cuyas montañas de Enarea y Kaffa es probable que apareciera espontáneamente este arbusto de dichas montañas, que todavía existe hoy silvestre en algunos puntos de las pendientes pedregosas de las mismas, á la manera que las salcedas; pero también es probable que estuviera difundido por toda el Africa Central hasta Guinea y Senegambia. Sobre la costa occidental se le conoce cultivado y silvestre en varias formas. Por lo demás, de la existencia del arbusto del café en estado silvestre no puede deducirse con seguridad nada acerca del punto donde se originara por vez primera. Se sabe, por ejemplo, que muchos arbustos de café son diseminados en los bosques del Asia meridional y de las islas Sundas por un animal semejante al gato cerval, el *viverra musanga*, que come en las plantaciones el fruto maduro del café y después arroja de su cuerpo las semillas no digeridas y que conservan su fuerza germinativa.

La historia del descubrimiento de las preciosas cualidades de la infusión de café se pierde en la tradición, confundiéndose con los cuentos y fábulas misteriosas, como sucede con todos los acontecimientos históricos extraordinarios. Es verdad que no se ha confiado á ninguna Ceres ni á ningún Baco la misión de llamar la atención del hombre acerca de este dón de la Naturaleza; pero, en cambio, una fábula árabe atribuye semejante honor á un pastor de cabras, las que, habiendo pastado el fruto y las hojas del referido arbusto, se entregaron durante la noche á sus saltos y piruetas, en lugar de descansar con el sueño de costumbre. Advertidos por esta alegría excesiva de los animales, los monjes investigaron la causa del hecho, y la encontraron en el uso del fruto del arbusto del café como alimento; y siguiendo el ejemplo de las cabras, experimentaron también en sí mismos la misma agradable influencia. La leyenda no nos dice cómo se inventara el tostado de las semillas. Los cristianos de Abisinia señalan al prior de un convento de maronitas como el que por primera vez dió á beber á sus monjes la infusión de café, con objeto de que se mantuvieran despiertos durante los rezos nocturnos; pero los mahometanos reservan esta gloria á Mullah Chadelly, que deleitaba á su derviche con la nueva bebida.

Desde Abisinia parece que se transmitiera á Persia, en primer término, el uso de la infusión de café. Existen, en efecto, documentos del año 875 que así o atestiguan. El sabio árabe Schihab-eddin-Ben refiere que un mufti de Aden, llamado Gemaleddin, vió usar entre los persas esa alegre bebida, y la introdujo en su país, desde donde se importó rápidamente á Arabia y Egipto. La

importación á Arabia debió tener lugar, según la opinión del jeque Abd-Alkades-Ebn-Mohammed (1566), hacia los comienzos del siglo XVI. En 1511 era ya común en la Meca la costumbre de beber café, y por primera vez sufrió allí su martirologio. Un emir recién nombrado, Chair-Beg, receló contra la nueva costumbre; el café le parecía una bebida excitante, contra las prescripciones del Corán, y, por tanto, nombró un solemne tribunal que debía decidir acerca de a legitimidad de su empleo. A la cabeza de dicho jurado se hallaban, como presidentes, dos médicos árabes de gran sabiduría, los hermanos Hakimani. quienes calificaron el café de "frío y seco„ ó sea de condenable, según el lenguaje simbólio cde aquella época. El café quedó proscrito oficialmente, y se profetizó que: "los ojos de todos los bebedores de café aparecerían el día del juicio más negros aún que las tazas en que bebían aquel veneno.„ Se disolvieron las Sociedades de los derviches bebedores de café, las tienúas en que se bebía fueron cerradas, se echaron á las llamas las provisiones de los comerciantes en café, y todo el que usaba la bebida clandestina era amenazado con una paliza y un paseo por la ciudad, atravesado sobre un asno. Esta dura ley fué enviada al Cairo para que la sancionara el sultán Kansu-Algusi; el cual se negó á darla su aprobación, pues tanto él como todas las gentes del Cairo eran bebedores entusiastas de café. Ya en 1530 era común el uso de esta bebida en las familias de la misma Constantinopla, y en 1554, bajo el reinado del sultán Solimán, se fundaron en Alepo y Damasco los primeros establecimientos públicos para la bebida del café (*khawa khaneh*) con todo el *confort* oriental posible. Pronto adquirieron estos establecimientos, en boca del pueblo, el nombre de "escuela del saber;„ pero como quiera que se hiciera en ellos mucha política, el sultán Murad II los hizo cerrar por algún tiempo.

El médico de Augsburgo, Leonardo Rauwolf, encontró ya (por el año 1573) de nuevo cafés abiertos en Alepo; en 1580 el médico y botánico de Padua Próspero Alpin llegó á ver un árbol de café con fruto, en el jardín de un turco, en el Cairo. Llamó á dicho árbol *caoba*, y *vou* al fruto del mismo, y publicó en 1592 la primera descripción botánica y representación de dicho arbusto, para el mundo científico europeo. En 1615, Pietro della Valle comunicó por escrito, desde Constantinopla, extensas noticias acerca de la nueva bebida *kahue* ó *kahwe*, que describió como de color negruzco, refrescante en verano y produciendo calor en el invierno. Por el año 1632 existían en el Cairo más de mil establecimientos públicos de café; en 1645 se introdujo esta bebida en Italia; en 1652 un griego, Pascua, fundó en Londres el primer establecimiento de café, probablemente el mismo que todavía existe con el nombre de *Virginia coffee-house*. En 1658, Thevenot hizo circular por vez primera en Francia el café después de la comida; en 1671 surgió el primer establecimiento público en Marsella, y en 1672 fundó, un armenio, el primero en París. En aquella época costaba la libra de café 140 francos, y la taza 2 sous 5 dineros,

por lo cual puede deducirse que no podía ser muy fuerte la infusión en aquellos tiempos. También en Inglaterra fué ésta una época de lucha para la bebida asiática; en 1674 hicieron las mujeres de Londres (¡quién lo había de pensar!) una petición en contra de los cafés, y en 1675 Carlos II mandó á la policía cerrar estos establecimientos, como institutos revolucionarios. Los escritores satíricos ingleses llamaban al café "jarabe de negro humo, sangre negra de turcos, infusión de botas y zapatos viejos„ y otras cosas por el estilo; pero con todas sus burlas no pudieron evitar que siguiera recorriendo su camino triunfal por todo el mundo.

FIG. 49.—El capitán Desclieux transporta la planta de café á la Martinica.

Alemania (Leipzig) recibía entonces la pequeña cantidad de café que consumía, ya tostado, de los holandeses, los cuales se procuraron en 1690 el fruto fresco de Moka y lo sembraron con éxito en Java. Ya en 1710 el gobernador de las Indias en Batavia, van Hooren, pudo enviar al cónsul Witson. en Amsterdán, 169 arbolitos vivos, que el último hizo plantar con buen resultado en el Jardín Botánico de esta ciudad, donde se dieron tan bien, que en 1714 se pudo enviar á Luis XIV, en París, uno de estos arbolitos cargado de fruto. Dicho arbolito se multiplicó por semillas y acodos en el jardín de Marly, y en 1720 (según otros datos, 1717 á 1723), Antonio de Jussieu, profesor de Botánica en el Jardín de Plantas de París, entregó al capitán de barco Desclieux (ó Declieux ó de Clieux) tres robustos y jóvenes arbolillos de café para que los transportara á la Martinica (Indias occidentales). Se refiere que Desclieux tuvo un mal viaje, castigado con frecuencia por vientos contrarios, y que él y

la gente de á bordo sufrieron escasez de agua para beber. Dos de los arbolitos perecieron, y tan sólo el tercero pudo subsistir, porque, según la historia, Desclieux se privaba de beber para regar á su protegido con el agua que le correspondía. De este único pie de planta proceden todos los millones de árboles de café que actualmente reverdecen en las Indias occidentales. Hacia el año 1718 fué trasplantado el café á la isla de Borbón; también en el mismo año lo trasplantaron los holandeses á Suriman; en 1719 eran ya tan robustas y extensas las plantaciones en Java, que los holandeses pudieron introducir en el comercio semillas procedentes de sus cultivos; en 1725, De la Motte-Aignan, gobernador de Cayena, plantó en este país el primer arbolito de café que pudo proporcionarse por su astucia; en 1730 se estableció en Guadalupe la primera plantación, así como también en Jamaica, donde la dirigió Nicolás Lewes. En Costa Rica no se introdujo el cultivo del café hasta 1832, por iniciativa del comerciante alemán Eduardo Wallerstein.

EL ARBUSTO DEL CAFÉ

El café *(Coffea arábica)*, cuyos productos son las semillas ó granos de café, pertenece á la familia tropical de las coffeáceas, que en nuestros climas tienen por parientes más cercanos las plantas tintóreas de la familia de las rubiáceas. Aquella familia contiene gran número de plantas medicinales, siendo principalmente arbustos y árboles medianos sus individuos. La fig. 50 muestra una rama con flores y frutos verdes, en escala de un tercio de su tamaño natural. El árbol en conjunto tiene algo de semejanza, por su aspecto, con un cerezo pequeño, sólo que sus hojas son algo más coriáceas y brillantes, semejándose en esto á las del laurel. Las flores, que existen en número de 5 á 7 en la axila de las hojas, se parecen á las del jazmín en tamaño, forma y aroma; son blancas, y tienen de 4 á 5 pétalos é igual número de estambres. El ovario, que se halla bajo del cáliz, se desarrolla en el transcurso de varios meses, dando origen á una baya alargada, semejante á la cereza, y cuyo color es en un principio verde, después blanco y últimamente rojo. En el interior de este fruto, provisto de un mesocarpo carnoso, están contenidas dos semillas, envueltas cada una por una membrana delgada y apergaminada. El aspecto de estos llamados granos de café, es bien conocido; pero cambia algún tanto en cuanto á la forma y color, según el punto donde crece la planta. Así, el célebre café de Moka, en Arabia, es pequeño y amarillo oscuro; las semillas procedentes de las Indias orientales y Java son mayores y de un amarillo más claro, y las que provienen de Ceilán, Brasil é Indias occidentales son, por el contrario, azuladas ó de un gris verdoso.

Si tratamos de investigar la patria de este arbusto, encontramos que se

extiende mucho, según ya hemos mencionado, desde el Sur de Abisinia al interior del Africa; Livingstone encontró al Sur del lago de Nyassa, así como en los bosques de Angola, arbustos de café con semillas análogas á las del café ordinario, y el doctor Schweinfurth es de opinión que el genuino café se dió en su origen espontáneamente en las Su mesetas del doeste de Arabia, donde supone que se le cultivó también desde tiempos muy remotos. Sin embargo, puede habérsele confundido fácilmente con otras especies del género *Coffea* que dan también semillas comestibles y que se han encontrado en otras regiones del Antiguo y aun del Nuevo Continente. En las costas del Africa occidental crece la *Coffea laurina* y la *microcarpa;* en las costas orientales, la *Coffea mozambicana* y la *zanguebaria;* en la isla Reunión la *Coffea mauritania*, etc., etc.

Fig. 50.—Rama del arbusto del café.

La referida planta se cultiva en la costa oriental de Zanzíbar, y, por último, en Port-Natal; la isla Reunión (Borbón) cuya producción de café ha tomado gran impulso en estos últimos tiempos, no sólo explota el arbusto ordinario, sino que suministra también al comercio las semillas de algunas otras especies que existen allí espontáneamente, como *café marón, café laurel (Coffea laurina), café de Edén (Coffea microcarpa)*, etc. También llega á Europa café procedente del río Núñez, en la Senegambia, y de las costas occidentales de la Guinea alta; pero es más importante la producción portuguesa en la isla de Santo Tomás, en la de Cabo Verde y en Angola. En Asia se encuentra la antigua patria del café (Yemen), que sigue siendo el centro donde se produce el más exquisito moka, el cual, por otra parte, apenas sale del Asia y Egipto; para proveer al comercio de esta marca se trabaja silenciosamente en gran escala en Java, Sumatra, Celebes, Madura, Bali, Timor, Borneo, etc. De Celebes procede el excelente *menado*, llamado así del puerto donde es expedido. La India, donde el cultivo del café aumenta mucho, particularmente en las "montañas azules„ de Nilagiri, envía al comercio su producto, con el nombre de *Madrás.* De los países productores de café en América, las Indias occidentales constituyeron en el siglo pasado un foco de exportación muy importante; pero extendiéndose cada vez más el cultivo del café, penetró en el continente, sobre todo en los pequeños Estados de Venezuela, Costa

Rica y Guatemala, etc. Todos estos países juntos representan, sin embargo, una producción muy inferior á la del Brasil, que por sí solo ofrece la mitad de todo el café que circula en el comercio. El primer café conducido á esta región lo fué en el año 1812, y á la plantación de Lavrinhos, en el distrito de Cantagallo, que es hoy el distrito cafetal más importante, á pesar de que entre los 18 grados de latitud Norte y los 26 grados de latitud Sur, el Brasil tiene plantaciones por toda su extensión.

PLANTACIONES DE CAFÉ, Ó CAFETALES

El arbusto del café sólo prospera dentro de los trópicos en comarcas cuya temperatura media anual es de 20 á 22° centígrados, y en las cuales el termómetro no desciende por el invierno más abajo de 12° centígrados. En ellas se extiende el café desde las costas marítimas y las regiones húmedas bajas hasta las laderas de las montañas. La mayor parte de las plantaciones se hallan entre los 400 y 1.300 metros de altura sobre el mar. Cierto que este arbusto esquiva un suelo pantanoso y una atmósfera demasiado húmeda; pero en la época en que se inicia el desarrollo del fruto requiere ser regado todos los días por mañana y tarde, así como también que se le proteja contra los rayos solares directos, sobre todo durante su juventud. En los alrededores de Moka, en Yemen, las plantaciones sobre la llamada montaña del café distan de 4 á 5 millas de la costa. Las partes superiores de aquellas montañas están desnudas y se parecen en esto á las de Abisinia, que les hacen *vis-à-vis;* las laderas están labradas en forma de terraplenes, y plantadas de vid, albérchigos, melocotoneros, etc., además del café. El suelo es denso y seco, y la exposición al Este. En las calles que conducen á aquellos célebres jardines de café, se encuentran numerosas tiendas de café al aire libre (*mokeijas*) y fondas. En estas últimas pueden los viajeros comer gratis en días determinados pan caliente de durra, leche de camello y manteca, y beber kischer. Este constituye la bebida usual en Yemen y se prepara con el mesocarpo carnoso de las bayas de café después de desecado, que, por otra parte, es con lo que se contentan los pobres. Los ricos mascan el *kat* y las semillas se destinan á la exportación (anualmente asciende ésta á 8.000 balas, cada una de 300 libras).

Las plantaciones de café cubren en Java las laderas de las montañas volcánicas, y están cuidadosamente provistas de canales de riego, atravesados por caminos regulares, y con frecuencia tienen la apariencia de un lindo parque. Al establecer nuevas plantaciones se conserva cierto número de árboles para que den sombra, según puede observarse en la fig. 51. Para este objeto se suele emplear el árbol del coral *(Erythrina lithosperma)*, que tiene la desventaja de que, cuando está en hojas, da demasiada sombra, y cuando éstas caen, no da

ninguna. En el Brasil se pone en un principio tapioca entre las plantas de café, después, á intervalos de 15 á 20 metros, bananos ó naranjos. En Sumatra se planta con este objeto el *Hypaphorus subumbrans. Hsskel*, que también es muy usado en Java. Se elige generalmente para estas plantaciones una porción de las llamadas selvas vírgenes, que tenga una exposición conveniente. Cuando hay ocasión de poder aprovechar los mejores troncos como madera de construcción, se talan desde luego, quitando las pequeñas ramas y quemándolas para aprovechar sus cenizas como abono. Se divide el terreno en porciones regulares, sobre las que se plantan los arbolitos en series que distan entre sí 1,25

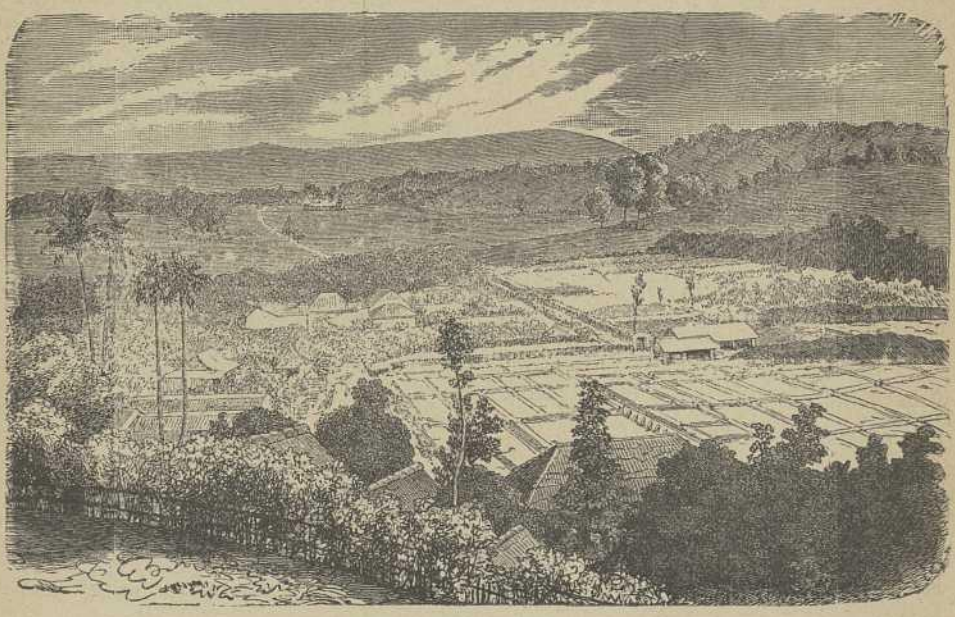


FIG. 51.—Factoría de café de Gadoengan, en Java.

metros, poniendo los pies de plantas á distancia de 2,50 metros y alternativamente en las series, de modo que los de la tercera vengan á caer enfrente de los de la primera. Las semillas frescas se siembran en una parcela especial; á las cuatro semanas ya despuntan, y á los ocho meses se encuentran los nuevos individuos tan desarrollados, que pueden trasplantarse; entonces tienen una altura de 0,5 á 0,7 metros. Generalmente se los arranca sin cuidado alguno particular, se practica para cada uno un hoyo en el terreno, se introduce en él el pie de planta de modo que su raíz principal venga á quedar vertical, y se apisona la tierra con los pies á su alrededor. Si se tienen los cuidados necesarios para su desarrollo, el crecimiento es satisfactorio; pero precisa quitar la mala hierba que crece entre ellos. En el segundo año adquieren ya la altura de 1,5 á 2 metros, comienzan á florecer y dan algunos frutos; pero hasta el tercero no ofrecen abundante cosecha. Es una práctica casi general la poda de las

ramas centrales en el tercer año, quitando también los renuevos de hojas con objeto de obtener mayor frondosidad y desarrollo en la parte inferior del tronco, lo cual facilita la recolección. Los ejemplares que mueren por no poder soportar esta operación, ó que sufren la picadura de ciertos insectos, tienen que ser reemplazados por nuevos pies de planta. La poda de las cimas se practica por medio de las uñas, y, por consiguiente, sin intervención de cuchillo alguno. Esto debe tener la ventaja de que no se produce la menor herida que pueda dar lugar á putrefacción. Los críticos modernos proscriben, sin embargo, la práctica toda de la poda y suponen que con ella se agota antes de tiempo la fuerza de crecimiento, ocasionando así una vejez prematura á la planta. En efecto; desde el momento en que se practica, la florecencia y la fructificación se prosiguen sin interrupción de tal modo, que durante todo el año se encuentran siempre en el árbol flores y frutos, tanto maduros como sin madurar. Se pueden distinguir, sin embargo, dos cosechas principales, la una en Mayo y Junio, la otra en Noviembre y Diciembre. En Java la primera es la más abundante.

En la Guayana tienen los cuadros de terreno 10 metros de ancho, y se da á las series una separación de 2,50 á 3 metros. En la Martinica se plantan los árboles á distancia de cerca de 4 metros. Cuando la plantación es demasiado espesa, se hace difícil la circulación del aire, comienzan á enfermar los arbolitos, y la recolección se hace también dificultosa y pobre. Al practicarla se recogen cuidadosamente en sacos las bayas maduras, siendo preciso, durante una recolección, repasar cada árbol hasta ocho veces, pues las bayas maduran gradualmente. El rendimiento es muy variable; Schomburgk dice que en Guayana cada árbol suministra unos 0,7 kilogramos en una cosecha; en Costa Rica se calcula en 1,12 kilogramos de semillas el rendimiento anual. Yunghuhn calcula la cosecha anual de Java en 5 kilogramos por término medio (¿será de frutos?). Los árboles pueden explotarse durante veinte y hasta veinticinco años; pero generalmente no se aprovechan más que la mitad de este tiempo y se les sustituye por otros jóvenes, pues su producción disminuye considerablemente. Después de los cuarenta años el suelo está agotado; es necesario establecer una nueva plantación, y el terreno plantado hasta entonces necesita largo tiempo para regenerarlo en condiciones de soportar de nuevo una plantación de café.

Para limpiar las semillas de la carne y de la cáscara dura que las envuelve, se emplean diferentes métodos en las distintas plantaciones. Con frecuencia se limita la operación á extender sencillamente las bayas sobre unas eras algo elevadas, revolviéndolas diariamente tres ó cuatro veces. Las semillas quedan ya de este modo algo tostadas y sirven por lo general para el uso inmediato. En Yemen y en Cayena se deseca en esta forma todo el café. En otros cafetales se introducen en agua por espacio de uno á dos días las bayas, ora partidas,

bien sin partir, y después se las tuesta; así se hace con el café *croco* en Santo Domingo. En Sumatra se entierran en el suelo unas cestillas tejidas de bambú ó de palma llenas de bayas y cubiertas de hojas de palma, echando tierra de modo que las encierre por todo alrededor; después se apisona ésta hasta tanto que se separe la cubierta rojiza. Las semillas no pueden partirse en virtud de su elasticidad; y una vez separadas del resto del fruto, se las lava y deseca sobre canastillos que generalmente se colocan á la altura de un metro sobre el suelo por medio de empalizadas ó *para-paras*. En Guayana y otros muchos países productores de café existen molinos especiales (graga) destinados á separar la carne del fruto de café. Consisten estos molinos en una caja situada en alto, y que por un orificio deja caer las bayas sobre un cilindro que está armado de aristas longitudinales de cobre. Este cilindro se mueve en el interior de un semicilindro provisto también de aristas metálicas en el sentido de su longitud. Entre ambos se rompe la capa carnosa, que se separa por completo con los dedos en el seno del agua. Las semillas se secan al sol durante varias semanas, pero al anochecer se las amontona y recubre con hojas de banano para protegerlas del rocío; finalmente, se separa de ellas la membrana apergaminada que todavía retenían, por medio de cilindros ó á golpes. En algunos cafetales se hace todavía una elección y clasificación de las clases de café, observándose á propósito de esto que los pequeños granos redondos, llamados café perla, constituyen la clase más estimada.

Las variedades de café se nombran según los países de donde proceden. Las mejores son el *moka* y otras clases árabes. Después de ellas vienen las de las Indias orientales, preferentemente las de Java y Celebes (*menado*), cuyas pequeñas y escogidas semillas no es raro que se vendan como moka. Las peores variedades son las americanas, particularmente las del Brasil, donde en los últimos años ha mejorado también la calidad del café. El café tiene la particularidad de que sus buenas cualidades se desarrollan más y más á medida que tiene más tiempo, sólo que para esto es preciso que se conserve seco y aireado. El mismo café árabe no tiene toda la bondad de que es capaz hasta los tres años de su conservación; el peor café del Brasil llega á hacerse igual al moka después de doce ó catorce años. Durante un largo transporte sobre los mares absorbe el café una cantidad tan considerable de humedad, que es muy digno de tenerse en cuenta el aumento de peso debido á esta causa, para estimar su valor.

Es difícil apreciar la producción total de café en el mundo; las cosechas son tan diferentes en rendimiento, que de un año para otro se duplica éste á veces. Se puede admitir que, siendo buenas las cosechas, la producción total anual asciende á 12.000.000 de quintales; y siendo malas, puede calcularse unos 6.000.000 de quintales. Una producción de 6.500.000 quintales representaría un valor de 562.500.000 pesetas. Por término medio, la exportación de

café en los países productores ha alcanzado en los últimos años las siguientes cifras:

			TONELADAS (de 20 quintales).
Brasil	Río	237.000	
	Santos	100.000	
	Bahía y Ceara	57.000	
			394.500
Venezuela, La Guayra, Porto Cabello y Maracaibo			40.000
Costa Rica			10'000
Guatemala			12.500
Nicaragua			2.500
San Salvador			11.006
Méjico			3.500
Puerto Rico, Jamaica y Cuba			9 000
Santo Domingo			3.000
Java (del Gobierno)		1.000.000 de sacos.	
Java (de los particulares)		300 000 »	
Sumatra		150.000 »	
Celebes		150.000 »	
		1.600.000 sacos de sesenta kilogramos cada uno	96.000
Ceylán			25 000
India (posesiones inglesas)			18.000
Manila			5.000
Africa, incluyendo el Mokka			8.500

El consumo de café en total alcanza los siguientes valores:

	TONELADAS
Italia, España y Portugal	20.000
Estados Unidos, incluyendo el Canadá y la costa del Pacífico	200.000
Alemania	106.500
Francia	65 000
Austria-Hungría	40.700
Bélgica y Países Bajos	50.000
Suecia, Noruega y Dinamarca	32.500
Rusia y Polonia	8.750
Suiza	9.500
Inglaterra	14.750
Turquía, Rumanía y Oriente	30.000
Túnez y Norte de Africa	10 000
Cabo, Río de la Plata y Oceanía	15.000

Como se ve, varía mucho el consumo de café en los diferentes países, y depende, en particular, de la circunstancia de que, á más del café, se haga uso de otros artículos semejantes; por lo demás, en los últimos años ha aumentado mucho. Así, por ejemplo, mientras que de 1827 á 1837 el consumo de café por cabeza en la unión aduanera alemana era sólo de 2,09 libras, en 1858 se elevó á 4,01, y en 1868 á 4,03 libras; en Francia el consumo de 1827 á 1836 fué

sólo de 0,54 libras, mientras que en 1858 fué de 1,57, y en 1868 de 2,37; en Austria el valor medio de 1831 á 1840 fué 0,20 libras por cabeza, de 1851 á 1860 era de 0,97, y en 1868 de 1,30; por último, en España ha ascendido el consumo desde 0,13 libras que era en 1860, á 0,23 en 1865, y por consiguiente cerca del doble en el transcurso de cinco años.

En general se calcula hoy el consumo de café por cabeza y año respectivamente en:

En Bélgica	8,82 libras.
En los Países Bajos	7,03 »
En Suiza	6,75 »
En los Estados Unidos	5,20 »
En Dinamarca	4,83 »
En la unión aduanera alemana	4,35 »
En Suecia	3,60 »
En Francia	3,20 »
En Austria-Hungría	1,46 »
En Italia	0,94 »
En Inglaterra	0,83 »
En Portugal	0,69 »
En España	0,23 »
En Rusia	0,18 »

Describir á nuestros lectores *la acción del café*, valdría tanto como llevar á Atenas aves nocturnas. En efecto; todo el mundo sabe que esta negruzca bebida es un remedio excelente contra el cansancio; que difunde por todo nuestro organismo una sensación de bienestar y que actúa en cierto modo como excitante, pero con preferencia sobre nuestra inteligencia, y en más alto grado sobre su facultad creadora ó fantasía, al mismo tiempo que disminuye las pérdidas materiales de nuestro cuerpo y puede, por tanto, considerarse hasta cierto punto como alimento. Antiguamente se le atribuía también gran fuerza curativa contra el reumatismo y el mal de piedra; pero en lo que seguramente tiene eficacia es como antídoto del opio y contra la embriaguez producida por el alcohol.

Lo más esencial de su acción depende principalmente de la presencia de dos sustancias: la primera es un aceite volátil (empireumático) que se desarrolla en las semillas por el tostado. Si se bebe este aceite destilado, se originan sudores, insomnios y fuertes perturbaciones en la circulación de la sangre. En 50 kilogramos de semillas tostadas, se contiene próximamente un gramo de dicho aceite. La segunda sustancia esencial, y más importante que la primera, es la cafeína, de la cual 50 kilogramos de semillas contienen 500 gramos próximamente: es un alcaloide que tiene la misma constitución que el contenido en el té, ó sea la teína. Tomada en estado de pureza, la cafeína actúa como veneno; pero estando muy diluída, produce un excitación agradable. La cafeína pura se cristaliza en agujas largas de un blanco de nieve y de brillo

sedoso; no tiene olor, y su sabor es ligeramente amargo. Es una de las bases vegetales más ricas en nitrógeno, pues para 16 átomos de carbono contiene en su molécula 10 átomos de hidrógeno, 4 de nitrógeno y 4 de oxígeno, siendo, por consiguiente, su fórmula $C_{16}H_{10}O_4N_4$. Antes de que se aprendiera á valorar el poder alimenticio de una sustancia, deduciéndolo casi exclusivamente de su riqueza en nitrógeno, se consideraba al café, el té y otras, como alimentos de los más importantes; pero esta idea era errónea y se ha tenido que rectificar. Además de las dos sustancias citadas, se encuentran también en el café el ácido caféico y un ácido tánico de naturaleza especial, que da un precipitado verdoso con las sales férricas, así como también grasa y sustancias mucilaginosas.

Estos componentes se hallan contenidos en distinta proporción en las diferentes variedades de café, como muestra el siguiente cuadro, fundado en el análisis químico:

	CAFEÍNA — *En 100 part.*	GRASA — *En 100 part.*	MUCÍLAGO — *En 100 part.*	ÁCIDOS caféico y tánico. — *En 100 part.*	CELULOSA — *En 100 part.*	CENIZAS — *En 100 part.*
Jamaica superior.....	1,43	14,76	25,3	22,7	33,8	3,8
Moka verde, superior..	0,64	21,79	22,6	23,1	29,6	4,1
Café perla de Ceylán...	1,53	14,87	23,8	20,9	36,0	4,0
Washed-Río.....	1,14	15,95	27,4	20,9	32 5	4,5
Costa Rica.....	1,18	21,12	20,6	21,1	33,0	4,9
Malabar.....	0,88	18,80	25'8	20,7	31,9	4,3
Café de Indias orientales.	1,01	17,00	24,4	19'5	36,4	?

PREPARACIÓN DE LA INFUSIÓN DE CAFÉ

No es posible comer directamente los granos verdes; es necesaria la operación previa, bien conocida de tostarlos, por consecuencia de la cual se forma el aceite aromático que tan agradables sensaciones determina en nuestro gusto y olfato. Pero en modo alguno puede en la tostación adoptarse el principio de que cuanto más, mejor; pues el café que sólo se ha tostado hasta adquirir un color rojo pardusco, posee más aroma que el que, por efecto de una carbonización más avanzada, llega á adquirir un color pardo castaña y aun casi negro. Cuanto más se prolonga la tostación tanto más pierden las semillas en peso, al mismo tiempo que aumentan en volumen; así, por ejemplo, cuando ha adquirido el color rojo pardusco ha perdido en peso un 15 por 100 y ha ganado un 30 por 100 en volumen; al llegar al pardo oscuro, la pérdida en peso asciende á 25 por 100, y el aumento de volumen al 25 por 100. La trituración favorece la extracción de los principios solubles por el

agua hirviendo. Para obtener un café de buen gusto, la condición principal es una gran limpieza. Antes de la tostación deben separarse todas las semillas malas y sustancias extrañas. Debe proscribirse el uso de filtros de tela, más ó menos tupida, así como de los metálicos, pues al contacto del líquido con el hierro, se altera con mucha facilidad el gusto de aquél; en cambio son recomendables los filtros de papel y las máquinas de filtrar de porcelana. Los *gourmets* mezclan entre sí ciertas especies de café. Debe evitarse toda decocción del café en agua, pues con esto perdería lo más fino de su aroma. Lo

FIG 52.—El «Gran Café» de Boghor, en Java.

mejor es verter sobre el café molido, colocado en el filtro, primero una pequeña cantidad de agua hirviendo y dejar que actúe durante corto tiempo (una cantidad mayor podría obstruir los orificios del filtro). Después puede verterse sin cuidado el resto del agua. La calidad de ésta no es en modo alguno indiferente. La ciudad de Praga debe principalmente á la composición de su agua la fama de que goza por su excelente café; los holandeses emplean agua mineral para preparar la infusión de café. Es conveniente la práctica de añadir al agua algo de sosa (próximamente 40 granos si está completamente seca, ú 80 granos si es cristalizada, por cada libra de café); para media onza basta con lo que puede cogerse con la punta de un cuchillo. La preparación del café con leche es censurada por los fisiólogos, pues por una parte el ácido tánico de aquél dificulta la digestión de ésta, y, por otra, la leche contraría la acción del café favoreciendo las digestiones.

Finalmente, diremos algunas palabras acerca de los *succedáneos* del café. Éstos son muchos; en primer lugar habría que mencionar las semillas de muchas plantas que tienen un parentesco cercano con el arbusto del café y que se cultivan como éste mismo y utilizan en Siam, Nepal, Mozambique, Zanzíbar, Mauricio, etc., etc. En Africa, la primitiva patria del café, y especialmente en el Sudán occidental, se usa generalmente de la llamada *nuez de guru*, en lugar de la semilla del café. Se distinguen algunas variedades de dicha nuez (roja, blanca, etc.), que proceden de dos especies del género esterculia (*Sterculia acuminata* y *Sterculia macrocarpa*). Constituyen un artículo de comercio bastante importante entre los países de la costa y los del interior, pero que no se ha extendido todavía hasta Europa. Entre nosotros se emplean para sustituir al café particularmente las semillas, tostadas, del espadón acuático, encinas, cebada, centeno, guisantes, esparto, espárrago y, además, las raíces, también tostadas, de las moras, remolachas, *leontodon*, juncias y otras varias, habiéndose llegado á establecer verdaderas fábricas que brindaban al público con el café llamado de la salud. Para poder comparar damos á nuestros lectores, en la fig. 53 una imagen del café puro, tal como se manifiesta en el microscopio después de la cocción, y en la fig. 54 otra imagen de una mezcla de café con diferentes succedáneos. Peor es todavía cuando éstos se convierten en falsificaciones; esto es, cuando se les da el aspecto de semillas de café y se las vende como tales, lo cual se practica con diferentes sustancias, particularmente con pan recocido,

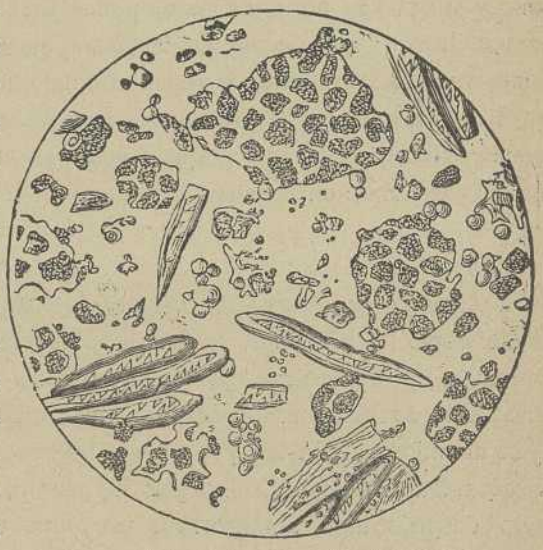


FIG. 53.—Sedimento de café puro bajo el microscopio.

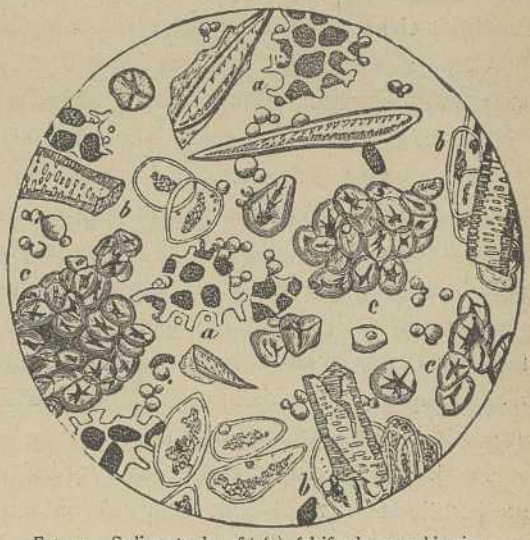


FIG. 54 —Sedimento de café (*a*), falsificado con achicorias (*b*), y polvos de bellota (*c*). Aumento 140 veces.

que se prensa en moldes, después de lo cual se le comunica la coloración correspondiente. A veces el ensayo del café ha revelado la presencia hasta de un 27 por 100 de estos granos de pan. Para ensayar un café de cuya pureza se duda, basta ponerlo algunas horas en agua tibia, antes de tostarle; las semillas falsas se hinchan y ceden al agua la materia colorante verdosa, artificial.

Ninguna de las semillas ni raíces mencionadas tiene, sin embargo, la importancia que la raíz de achicoria (*Cichorium intybus*). Esta planta, que crece espontáneamente en nuestros climas, provista de bonitas flores compuestas, de color azul, se cultiva también en algunas regiones y se extrae su raíz antes de desarrollarse el pedúnculo floral. Se separan de dicha raíz las hojas, se la lava y corta en pedazos, los cuales se desecan, y después se tuestan exactamente como los granos de café, en grandes cilindros de hierro. Durante esta última operación se aconseja añadir por cada quintal de la raíz en cuestión un kilogramo de manteca. Inmediatamente después de la tostación se tritura, pues si se abandona algún tiempo, atrae la humedad del aire y se hace correosa y viscosa. Su sabor es dulzaino por lo pronto, algo semejante al del regaliz, pero después algo amargo. Su uso, que viene de largo tiempo, carece por completo del atractivo que tiene el café, y así como ha habido quien ha amado al café, en cierto sentido, la raíz de todos los males, con más razón podemos llamar á la achicoria la más mala de todas las raíces. Lo mismo que ésta se preparan también las del moral y de remolacha. El polvo de esta última puede todavía servir para falsificar al de achicorias, mezclado al 50 por 100, y aún hay fabricantes tan poco escrupulosos que añaden arcilla y ocre para constituir el matiz de color que gusta á los comerciantes de achicoria.

Como quiera que en la actualidad se expenden muchas clases de café, y en especial los preparados con succedáneos en polvo y ya tostados, no es fácil reconocer las mezclas de sustancias extrañas; en todo caso es difícil deducir alguna consecuencia acerca del valor real de una clase de café. La adición de achicorias ó de moras tostadas, ó de la raíz de *leontodon*, puede apreciarse aproximadamente por el siguiente procedimiento. Se coloca sobre el agua una capa delgada de la mezcla, dejándola en reposo; el polvo de café puro, en virtud de su pequeño peso específico y de las partículas de grasa que lleva anexas, permanece largo tiempo flotante en la superficie, sin mojarse, mientras que el polvo de los sucedáneos desciende muy rápidamente y colorea en pardo el agua, aunque esté fría.

Por lo que hace á su composición química, la achicoria no contiene nada que justifique su empleo en sustitución al café. La sustancia amarga que de ella se extrae, no está todavía suficientemente estudiada para poder decidir de un modo científico la cuestión de si debe ser considerada como dañosa ó como beneficiosa. Hasta hoy, ni los fisiólogos ni los *gourmets* han encontrado nada bueno en ninguno de los succedáneos, mientras que uno de los primeros (Mo-

leschott) ha hecho un gran panegírico del café. Dice de él, en efecto: "El café actúa indudablemente como el té, excitando nuestras facultades mentales; pero no sin comunicar una viveza mucho mayor á la imaginación. Por la acción del café se acrecenta la sensibilidad para las impresiones de los sentidos, con lo cual aumenta por una parte el caudal de las observaciones, y por otra también se aguza nuestro juicio, permitiendo además la vivacidad de la imaginación que las percepciones sensuales adopten rápidamente, mediante un proceso deductivo, formas determinadas. Se origina, por su influencia, un afán de crear, un vagar del pensamiento y la concepción, una movilidad y un ardor en las aspiraciones é ideales, que más bien es favorable á la representación ó configuración de ideas previamente adquiridas, que para la estimación imparcial de nuevos conocimientos.„

EL TÉ

Con la denominación general de té se designan en el lenguaje familiar varias infusiones de hojas y flores de vegetales, las cuales eran usadas con más frecuencia antes que ahora entre las clases bajas de la sociedad. Así, por ejemplo, se preparaba té con las flores de lilas, tilos y camomila, con las hojas de melisa, agrimonia, fresa, menta, salvia, etc., y se bebían, no sólo como remedio, sino también como artículos de placer para vivificar y alegrar el espíritu. Sin embargo, ninguna de estas sustancias tiene las acciones fisiológicas que se asignan al té chino, al cual han usurpado el nombre; más se aproximan al té algunos productos vegetales que encontramos también usados de un modo análogo en diferentes partes de la Tierra. En la América del Sur se sustituye el té chino por el té del Paraguay. Las razas indias de la América del Norte poseen su té appalichi, té oswego, té labrador, etc., etc.

En la misma China el uso de la infusión de té procede de tiempos muy remotos, habiéndose usado ya en el siglo III de nuestra Era, si bien es probable que, tanto el arbusto como la bebida del té, fueran introducidos en el imperio Celeste por sus vecinos del reino de Siam. Los chinos y japoneses explican el uso de la infusión de té por medio de una fábula que tiene gran semejanza con la del descubrimiento de la bebida del café. Un pobre penitente había hecho la promesa de rezar día y noche sin interrupción durante algún tiempo. En un arranque de santa indignación, al verse dominado por el sueño, se cortó los párpados y los arrojó al suelo. Entonces se verificó un milagro; en el punto donde los párpados cayeron sobre la tierra brotó una planta cuyas hojas imitaban á éstos por su forma y por estar provistas de pestañas, residiendo además en ellas la facultad de ahuyentar el sueño.

Hacia el año 810 se introdujo en el Japón el cultivo del arbusto del té. La

primera noticia del té chino llegó en 1550 á los oídos del geógrafo de Venecia Ramusio, aportada por un comerciante persa; pero hasta 1610 no obtuvo la Compañía holandesa de las Indias orientales algunos paquetitos de té á cambio de hojas de salvia. En el año 1638 adquirieron unos viajeros rusos, á cambio de almizcle, el primer té chino, que encontró en Moscou gran acogida; de suerte que, á partir de entonces, es cuando esta hoja célebre se extendió por toda Europa, comenzando su marcha triunfal á través de tierras y mares. En 1664 era, sin embargo, tan raro en Europa este té, que la Compañía inglesa de las Indias orientales ofreció á su Soberana dos libras de él como un regalo costosísimo.

Donde más éxito tuvo este producto fué en las regiones septentrionales de nuestro Continente; en los Estados próximos al mar del Norte y al Báltico; en Inglaterra, y después en el Norte de América. Los ingleses, holandeses y rusos consumen en Europa la mayor parte del té. El monopolio ejercido por la Compañía inglesa de las Indias orientales fué durante algún tiempo obstáculo á que se difundiera y acrecentara el consumo, en virtud del precio extraordinariamente subido que comunicó á este producto. Dicha Compañía ganaba en el té, por su parte, un 100 por 100, y el Estado duplicaba todavía este precio con los derechos de importación; de suerte que su bebida favorita costaba á los ingleses, próximamente, cuatro veces más que á los holandeses. La obstinación con que la Gran Bretaña quiso aplicar el mismo principio en las colonias americanas, fué uno de los principales motivos del rompimiento entre éstas y la Metrópoli, que dió origen á la formación de los Estados Unidos; de suerte que el té no tiene sólo una gran importancia mercantil, sino que también la tiene en la Historia universal.

NATURALEZA Y CULTIVO DEL ARBUSTO DEL TÉ

El té chino es la hoja de un arbusto; éste es considerado por muchos botánicos como una sola especie, dándole el nombre de té chino (*Thea chinensis*), mientras que otros distinguen tres especies principales: el té verde (*Thea viridis*), el té negro (*Thea bohea*) y el té silvestre, encontrado en las montañas de Siam (*Thea assámica*). Estas tres clases de arbustos muestran entre sí transiciones tan suaves, que, más bien que especies distintas, pueden ser consideradas como variedades de una misma especie, originadas bajo la influencia de un prolongado cultivo. Antes se creía que el té verde del comercio procedía precisamente de la primera de las tres plantas citadas, y el té negro de la segunda; pero las investigaciones modernas, particularmente las del inglés Fortune, han puesto fuera de dudas que, según el diferente tratamiento, puede obtenerse lo mismo una que otra clase comercial de té, con las hojas de ambos arbustos.

El arbusto del té tiene un parentesco muy cercano con la camelia, y pertenece, lo mismo que ésta, á la familia de las *theáceas*, que tiene la mayor parte de sus miembros en la China y el Japón. Su zona de cultivo es mucho más limitada que la del arbusto del café. En China se halla esta zona entre los 22° y los 39° de latitud Norte; las suertes mejores se obtienen alrededor de los 27°. En los límites de esta zona se reduce á doble la cosecha anual, cuádruple en el centro de la misma; fuera de ella no se recolecta ya, pues no da tampoco producto alguno comestible. En general, y para el comercio en gran escala, puede decirse que la zona del cultivo del té se extiende entre los 22° y 32° de latitud Norte; las regiones donde se produce más particularmente para la exportación son las provincias de la costa Sudeste, Fukien, Kuantung y Tsekiang, así como las provincias interiores del Sur, Chubei y Kiangsí; las provincias restantes cultivan tan sólo el té para su consumo. En el Japón se da igualmente bien el té, cultivándose particularmente en los territorios de la costa del mar del Japón y exportándose de preferencia á la América del Norte. En tercer lugar merece mencionarse la isla de Java, donde, á partir del año 1828, las plantaciones de té constituyeron un monopolio del Gobierno; á mediados del año 60 se declaró libre este cultivo, y desde entonces se ha extendido considerablemente. Los holandeses son indudablemente los primeros explotadores del té de Java, por lo cual dedican gran atención á su cultivo en los puntos de producción. El cultivo metódico del té en la India no es mucho más antiguo que en Java, á pesar de que en Siam existe silvestre una clase de té, la *Thea assámica*.

FIG. 55 —Rama de té (mitad del tamaño natural).

Poco productivo en un principio, el cultivo del té adquirió más importancia después que acudieron operarios chinos á encargarse de la dirección de las plantaciones. Más tarde se transmitió también á Katschar, así como á otros territorios, y en el Pendschab superior, entre las montañas que preceden al Himalaya, ha adquirido actualmente gran importancia. La mencionada planta se desarrolla muy bien en los montes Nilagiri, y la isla Ceilán exportaba ya á principios del año 70 sobre 10 millones de libras. Ceilán, en efecto, parece destinada á hacer una honrosa competencia al Celeste Imperio en cuanto á la

producción de té. Fuera de Asia, no han tenido éxito favorable las tentativas para cultivar el té, por más que no han faltado los esfuerzos en este sentido en Africa, Austria, América y hasta en los países meridionales de Europa. La única excepción halagüeña se encuentra en las islas Borbón y en el Brasil.

El arbusto del té, abandonado á sí mismo. adquiere hasta cuatro y más metros de altura; pero en las plantaciones se contiene su desarrollo podando los renuevos centrales, y en este caso la mayor altura que adquiere es de uno y medio á dos metros, y á veces tan sólo un metro; en cambio, produce con

Fig. 56.—Plantación de té en el Japón.

mayor abundancia ramas laterales y mejores hojas. Los chinos y japoneses, con esa minuciosidad característica, utilizan para el consumo común el arbusto del té, que les sirve al mismo tiempo como seto para limitar sus jardines y campos; pero para los fines propiamente comerciales, lo cultivan en plantaciones provistas de una excelente distribución de riegos, generalmente en forma de terraplenes, análogamente á nuestras plantaciones de viñedos en las laderas de montes y colinas. En China se da la preferencia á los terrenos secos y soleados, expuestos al Mediodía. En el Japón tuvo lugar el primer cultivo en el territorio de Yamasiro, sobre las laderas del monte Togam. Desde aquí se extendió hacia Udsi, y hoy prospera más bien entre los 30 y 35° de latitud Norte, en terrenos expuestos al Oriente, y cuyo suelo está compuesto de sedimentos basálticos y es rico en marga y arcilla. En general el arbusto del té no es muy delicado en cuanto al suelo, pero sí exige el abono correspondiente

cuando aquél es demasiado pobre. Ya hemos dicho que hasta hoy no se ha conseguido su emigración á otros países en la proporción en que se ha logrado con el café. Se cultiva, sin embargo, con éxito en Java, Sumatra, en las costas del golfo de Bengala, en la vertiente meridional del Himalaya, en Siam y en Ceilán. Algunas otras tentativas en el Cabo y en Brasil dieron mal resultado, en parte por la calidad inferior del producto y, en parte también, por lo elevado de los jornales y otros gastos. Se cree, sin embargo, que su cultivo es posible hasta en nuestra Península.

Para establecer una plantación de té se siembran á mano las semillas con bastante espesura, pues muchas de ellas no prenden. Después se arrancan las plantas que están demasiado juntas, de modo que cada arbusto conserve próximamente un espacio de medio metro á su alrededor para sí propio. Luego hay que cuidar de abonar convenientemente el terreno, de la poda de los arbolitos y de extirpar las malas hierbas.

RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS HOJAS

A partir del tercer año, se recolectan las hojas de dos á tres veces cada uno. Por efecto de esta mutilación, la fuerza vital de la planta queda tan agotada al cabo de cinco años (á lo más siete), que es preciso arrancar los pies de plantas más viejos y proceder á su renovación por medio de nuevas siembras. Las hojas de té tienen mucha semejanza con las del cerezo ordinario; tienen un peciolo corto, forma lanceolada, están dentadas en los bordes y su color es verde muy vivo. Durante su desarrollo llevan una borra muy fina, que después pierden. De un modo análogo á lo que sucede con las infinitas clases de vides, varía mucho la bondad de las hojas, según la situación de los jardines de té; á esto hay que añadir las diferencias en los procedimientos para la preparación de dichas hojas: así que no es extraño que un buen *gourmet* pretenda distinguir en China 700 variedades ó matices diversos. La primera recolección comienza en Abril, la segunda en Junio y la tercera en Agosto; la primera es la que ofrece las mejores clases, la última las peores; además son también mejores las hojas de los arbustos jóvenes que las de los viejos. Para la primera clase de té, el *schow-chun*, ó té imperial, se separan cuidadosamente las hojas más delicadas de los jardines mejor situados, y se preparan bajo la inspección de delegados imperiales, de modo que la libra de este té viene á costar al mismo Emperador unas 625 pesetas. Esta clase no se entrega al comercio, y la que se vende en Europa bajo el mismo nombre es una clase inferior de té verde, perfumada.

La hoja de té recién cogida, ni tiene aroma, ni podría ofrecer una infusión bebible. Del mismo modo que en el café, tiene que desarrollarse, por medio de

una tostación adecuada, el aceite esencial característico contenido en el buen té; pero, también al mismo tiempo, tienen que perder las hojas ciertas propiedades perjudiciales que poseen cuando son frescas. Según que se quiera preparar té verde ó té negro, difieren los procedimientos de preparación, siendo más sencillos y rápidos para el primero, y más largos y costosos para el segundo.

Las hojas destinadas á ofrecer el té verde se colocan, casi inmediatamente después de hecha la recolección, sobre planchas de hierro ó calderas de poco fondo, frotándolas y comprimiéndolas allí con las manos para dar ocasión á

Fig. 57.—Jardín de té, y tostador.

que se evapore la humedad; después se las pliega y arrolla y se las seca rápidamente sobre una red ó sobre una plancha. Las hojas destinadas al té negro se dejan, por el contrario, extendidas al aire durante algún tiempo después de la recolección, para cuyo fin se ve delante de cada casa de labradores en China, en los distritos en que se cultiva el té, unas empalizadas de caña de bambú, como la que representa la fig. 57. Los operarios vierten desde cierta altura las hojas, removiéndolas y comprimiéndolas alternativamente con la mano para hacerlas más blandas y flexibles. Después se tuestan durante algunos minutos y arrollan de un modo análogo á como se practica con el té verde; cuando están á medio secar se exponen de nuevo varias horas al aire, colocadas en unos canastillos sobre la empalizada, se tuestan otra vez, y, por último, se desecan sobre un fuego de carbón sin humo. Se refiere también que varias clases de té negro se dejan amontonadas durante largo tiempo en las casas,

con lo cual sufren las hojas un principio de fermentación. Como consecuencia de su preparación, el té negro contiene, por lo general, menor cantidad de theína que el té verde, por más que puede existir alguna clase de éste que sea todavía menos rico en theína que aquél.

La desecación rápida conserva á las variedades del té verde su color verde grisáceo; pero al mismo tiempo les deja también una proporción mayor de las sustancias contenidas en las hojas frescas, y dotadas de acciones enérgicas. El tratamiento más lento y complicado del té negro, si comunica á las hojas un color más oscuro, es porque les hace sufrir alteraciones más profundas en su composición química, que, por otra parte, hacen su uso más sano y agradable.

Ahora bien; dejarían de ser chinos los fabricantes y comerciantes de aquel

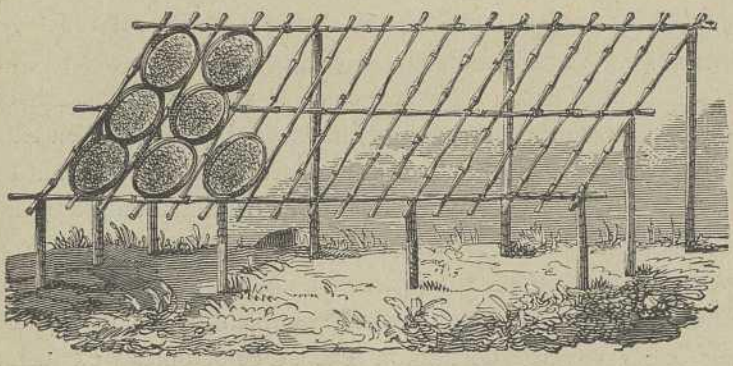


FIG. 58.—Empalizada de bambú para la desecación del té.

país si se contentaran con los citados procedimientos de preparación. No sólo saben, en efecto, preparar las clases más diversas por medios especiales, sino que sobre todo saben también elevar, y no poco, el valor de ellas por modos artificiosos; así, por ejemplo, perfuman las clases inferiores. A este fin las mezclan con las flores aromáticas de una especie de olivo (*Olea fragans*), dejándolas juntas cierto tiempo, después del cual se separan mediante un tamiz, y se desecan. También mejórase el aroma del té con flores de azahar y otros productos etéreos, y una vez establecido este hecho, no es de admirar que la experiencia nos dé á conocer otros medios, los más variados, para el mismo objeto. El polvillo que se desprende durante la fabricación del té, se humedece con agua engomada y se aglomera en granos que pasan por una clase especial de té (té en pasta); algunas clases inferiores se mezclan con otras mejores. Los residuos de las hojas de té de superior calidad (que antes sólo se empleaba para el té en pasta), se añaden tambien modernamente á las clases inferiores para comunicar un aroma más fino á la infusión hecha con ellas. Estos residuos circulan con tal objeto en el comercio bajo el nombre de *Houa-Siam;* sin embargo, á pesar de que puede conseguirse muy

bien el efecto indicado con el expresado producto, sólo presta á los consumidores un mal servicio, pues las partículas pulverulentas no se mojan por completo en el agua; flotan en su superficie, y no dan, por consiguiente, al líquido más que una mínima parte de los principios que puedan contener.

Los chinos avivan el color verdoso, tan preferido por los europeos, por la adición de azul de Prusia y polvos de yeso ó de talco; siendo tan eficaz el medio, que se llega á vender como té el excremento de gusanos de seda, perfumado. Se refiere también que en Inglaterra existen, en actividad, fábricas importantes que compran el té ya usado y recogido en cantidad en los *restaurants*, fondas, etc., devolviéndole sus cualidades por los procedimientos chinos y añadiéndole, asimismo fraudulentamente, hojas de fresno, de ciruelo, cerezo y otras.

En China debe hacerse también un cultivo especial del árbol *tounchou* para falsificar el té; se perfuman sus hojas, ó bien se recubren con el ya citado *Houa-Siam*, y se hacen así paquetes de té cuya compacidad hace difícil reconocer el fraude. A propósito de las clases de té que se venden en Cantón refiere B. Seemann lo siguiente: "Yo he comprobado que en Cantón y sus cercanías se da color al té verde con polvos de cúrcuma, de yeso, de añil, y muchas veces también con azul de Prusia. Sir John F. Davis está en el error de que esta especie de tinte sólo se practicaba alguna vez con el fin de poder satisfacer con urgencia una demanda excesiva, mientras que hoy es un hecho comprobado que el té verde de Cantón debe su color única y exclusivamente al artificio„.

Según sus datos, el té es enviado á Cantón sin preparación alguna, y allí se fabrican artificialmente las diversas clases. Según esto debería considerarse sólo como té natural el que procede directamente de la recolección en las diferentes épocas del año. Para dar color al té se vierte una porción de él en una caldera de hierro, colocada sobre el fuego; en ella se calientan las hojas agitándolas continuamente, y después se añade para cada diez kilogramos de té una cucharada de yeso, igual cantidad de polvo de cúrcuma y dos ó tres veces más de índigo; agitándolo sin cesar adquiere el té el color verde azulado. Las hojas adquieren por la acción del calor una forma distinta, y se separan entre sí por una especie de tamizado; las más pequeñas y alargadas, que pasan por el primer tamiz, dan el llamado *Young-Haysan*, y las más redondas, de forma granular, que pasan por el último tamiz, son conocidas por *Choucha*.

El té negro del Congo y Souchong es, en su mayor parte, bueno; el verde, por el contrario, es casi siempre falsificado. En China mismo, donde el té (igual que en el Japón) pertenece á la categoría de las necesidades diarias, se le deja reposar por lo menos un año antes de usarlo. Para el comer-

cio europeo se le suele empaquetar, bien en botes, bien en cajas forradas con hoja de plomo, y pesan hasta 160 kilogramos. Cuando llega el té á nosotros es ya suficientemente antiguo para poderlo usar desde luego, y, por otra parte, un reposo demasiado prolongado rebaja sus cualidades; así, los grandes aficionados al té en las principales plazas de importación prefieren siempre el recién importado al de los años anteriores.

Los nombres de las múltiples clases de té se refieren, unas veces á la forma y color, otras al punto de procedencia, y también, á veces, han sido inventados por los negociantes, como sucede entre nosotros con las clases de

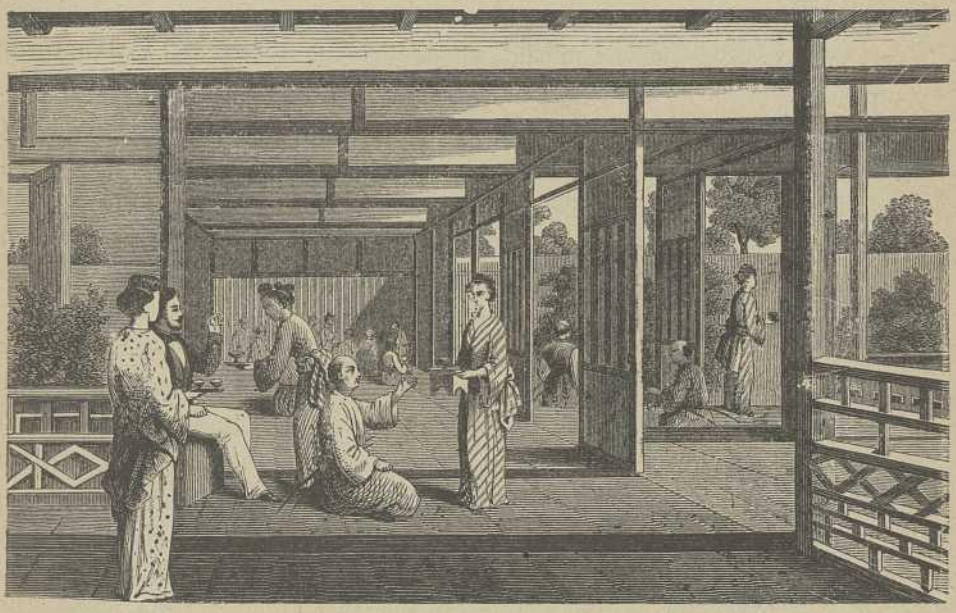


FIG. 59.—Interior de una expendeduria de té en el Japón.

cigarros. Las clases más comunes de té negro que llegan á nosotros son *bou*, *pecco*, *congo* ó *congso*, *campú* ó *semlo*, *souchong* y el delicado *padre souchong*. Las clases más comunes de té verde son *té perla*, llamado también *imperial*, que viene en bolitas del grueso de un guisante; el té *aljófar* ó *pólvora*, en granos finos; el *soulong* ó *tschulang*, arrollado en forma de tirabuzón; el *haysan* ó *gobee*, en anchas hojas arrolladas; el *tonkay* ó *twankey;* el *singlo*, y el *té imperial impuro*, ó *té flor*. A los países del interior de la Alta Asia van las clases inferiores de té, en la forma ya mencionada de pastas. Este té en panes sirve á los mogoles y tártaros, en parte para la bebida en infusión, y también cocido en agua con sal, leche y miel, como una especie de sopa; pero además hace en ocasiones el papel de moneda. Es con facilidad transportable, y se fabrica especialmente en la provincia de Chubei, desde donde se envía, por Shangai y Tien-tsin, á Kiachta, ciudad fronteriza de la Siberia. El consumo

de este té en panes debe ser enorme entre los pueblos nómadas, como lo demuestra el hecho de que en Uraga se expenden anualmente sobre 50 millones de libras.

En la China y el Japón se bebe casi siempre el té sin ninguna mezcla. Generalmente se pone en la taza una pequeña cantidad de hojas, se vierte sobre ellas agua hirviendo y se bebe la infusión cuando se ha enfriado lo suficiente.

En muchas tazas de café chinas se halla la célebre leyenda del emperador Kien-Long, en la que se da la norma para beber mejor el té: "Se pone sobre un fuego moderado un vaso con tres pies, cuyo color y forma indiquen que hace tiempo se usa con el mismo objeto; se le llena de agua clara procedente de la fusión de nieve, se deja calentar este agua hasta un grado tal, que el pescado se vuelva blanco y el cangrejo rojo; se vierte ésta en una taza sobre hojas finas de una clase escogida de té, se deja reposar un poco hasta que los primeros vapores, que forman una nube densa, se disipen gradualmente y sólo produzcan una ligera neblina en la superficie; si entonces bebes con lentitud esta preciosa bebida, te defenderás poderosamente contra las cinco penas que generalmente inquietan nuestro espíritu. El dulce reposo que nos concede una bebida así preparada, se puede gustar y sentir, pero no describirse„.

La composición química de las hojas del té ofrece mucha semejanza con la de las semillas del café. También en ellas se forma por el tostado y la desecación un aceite volátil, al cual deben principalmente su olor y sabor agradables. El alcaloide (theína) se halla contenido en el té, tal como lo ingerimos, en proporción mucho mayor que en las semillas tostadas de café, pues aun antes del tostado la cafeína no forma más que el 1 y medio por 100 del grano, mientras que en el té existe más de un doble de theína. Groves ha encontrado en el té *pecco* 3 y medio de theína. Con las hojas de té finamente pulverizadas puede obtenerse el expresado alcaloide del modo más sencillo, pues basta colocarlo en un vidrio de reloj sobre una plancha caliente y cubrirlo con un cucurucho de papel en forma de cono; la theína se volatiliza por la acción del calor, depositándose en la superficie interna del cono en pequeños cristales incoloros. El ácido tánico (tanino) de las hojas de té, que existe en un 6 á 19 por 100, difiere del contenido en el café, en que ennegrece las disoluciones férricas. Su existencia hace comprender la inconveniencia de añadir al té, como al café, leche, puesto que forma los componentes de ésta, combinaciones insolubles y cuajosas.

La infusión acuosa disuelve muy poca cantidad de los restantes componentes de las hojas de té, como, por ejemplo, la materia glutinosa, rica en nitrógeno; así, no pueden tenerse en cuenta como sustancias alimenticias; por lo demás, muestran también en conjunto una gran identidad con los componen-

tes del café. La comparación de la composición centesimal media que presentan las clases de té que circulan en el comercio con la del café sin tostar, arroja los siguientes números:

	TÉ	CAFÉ
Agua	6	12
Goma y azúcar	20	17
Gluten	21	11
Theína (cafeína)	2 2 ½	1 1 ½
Tanino	15	5
Grasa y aceite esencial	4	13
Fibra vegetal	24 á 26	33 ⅜
Cenizas	5 ½	6 ⅜
	100	100

La acción fisiológica del té ha despertado en todos los tiempos tantos panegiristas de su infusión como, por otra parte, grandes detractores. Sin embargo, unos y otros no han hecho generalmente la debida distinción entre el uso y el abuso. El té demasiado fuerte, bebido en muy crecidas cantidades y con sobrada frecuencia, puede llegar á producir en ciertas constituciones accidentes sensibles, y en algunos animales hasta parálisis. Los chinos mismos tienen un refrán que dice: "bebedor de té en la juventud, achacoso en la vejez.„ Cuando se conoció el té en Europa, varios médicos de la época lo alabaron como un verdadero elixir de la salud; así, por ejemplo, en 1690 apareció en Francfort un escrito titulado "Memoria fundamental de cómo, no tan sólo debe usar en su casa el té todo el que estime en algo su salud, sino también el soldado puede conservarse con él en el campo„. La infusión de té se recomendaba como remedio capital contra todo trastorno posible. Como impugnación apareció también entonces el "Séptimus Podagra, el aprovechado boticario que encontró la muerte junto á las supuestas propiedades medicinales del té„. En poca razón tenía el uno como el otro, tomando sus palabras al pie de la letra; pero sí queremos citar el dictamen de una autoridad en fisiología, y vamos á transcribir, por último, lo que dice á propósito de la acción del té sobre nuestro organismo Moleschott, cuya descripción sobre la influencia del café hemos citado ya: "Se siente uno impulsado á las meditaciones serias, y por más que hay un exceso de viveza en el movimiento intelectual, nos es permitido fijar rápidamente la atención sobre un objeto determinado. Nos encontramos poseídos de una sensación de alegría y bienestar, y la actividad penetrante del cerebro recibe un impulso que no toma fácilmente el carácter de divagación ó extravío, sino que nos permite abarcar más, y con mayor precisión. Cuando se reunen hombres ilustrados, bajo la influencia del té emplean, por lo general, un lenguaje correcto y ordenado, con tendencias á fundamentar sólidamente cual-

quier asunto, y cuyo claro sentido, determinado por el té, contribuye á llegar con más rapidez á un fin útil y práctico. Ahora, si se bebe el té con exceso, se produce una exagerada sensibilidad en los nervios, que se señala por el insomnio, y una sensación general de inquietud y temblor en los miembros. Pueden llegar á producirse accidentes convulsivos y dificultad en la respiración, originando una sensación de angustia hacia la región del corazón. El aceite esencial del té origina una pesadez de cabeza que se manifiesta en un principio en forma de vértigos, y después en la de estupor„.

La importancia del té, como artículo comercial, se mide por la producción que, aunque en aumento cada día, está limitada á los países del Asia oriental y meridional. En primer término, por la oferta, se encuentra la China, cuya producción es muy difícil calcular, pues falta todavía noticia precisa. Así, mientras Scherzer admite que el consumo de té en China es de 200 millones de kilogramos, hay otros que lo tasan en el quíntuplo; y si se tiene en cuenta el número de habitantes del gran imperio y al mismo tiempo que ya en Inglaterra el consumo medio por cabeza y año es de 1,75 kilogramos, no parece que la última cifra tenga carácter de inverosimilitud. La exportación en China asciende anualmente á 90 ó 100 millones de kilogramos; en el Japón, de 7 y medio á 10 millones, y en Ceilán á unos 5 ó 6 millones.

El mayor consumo de té en Europa tiene lugar en la Gran Bretaña, donde asciende, en término medio, á 3 y media libras por cabeza al año, cuyo consumo parece todavía ir en aumento, pues mientras en 1868 era sólo de 3,19 libras, en 1872 había alcanzado la cifra de 3,55. Los Países Bajos aparecen en la serie con el consumo anual, por cabeza, de 0,80 libras; Dinamarca, con 0,40; Rusia (?), con 0,16; Alemania, con 0,035; Francia y Bélgica, con 0,018; Suecia y Noruega, con 0,006; España y Portugal, con 0,004, é Italia, con 0,002 tan solo.

SUSTITUTOS DEL TÉ EN OTROS PAÍSES

El té de Paraguay ha adquirido, para una gran parte del Sur de América, una importancia semejante á la del té chino para China. Procede de un arbusto que tiene gran analogía con nuestro acebo común (*Ilex aquifolium*), y que contiene también theína. Esta planta se designa por los botánicos con los nombres de *Ilex paraguayensis*, *Ilex mate* ó *Ilex theaezans*, y se encuentra silvestre en gran abundancia en los países comprendidos entre el Río Grande en el Brasil y el Paraguay. La recolección comienza en Diciembre y dura hasta Agosto. Antes de almacenar las hojas, se limitan en aquellos países á secarlas simplemente (*Caa-puaza*), lo cual se practica haciendo pasar las ramas cortadas por una llama al aire libre y tostándolas ligeramente sobre recipientes

ad hoc, calentados por debajo, ó bien, además, se separa del limbo de la hoja el nervio central para obtener una clase superior (*Caa-miri*). Esta última operación fué introducida por los jesuítas. Además se hace distinción en el país de una tercera forma (*Caa-cuys*), en la cual se emplean tan sólo los botones de las hojas á medio abrir; pero esta clase no se exporta. Para la exportación se colocan las hojas secas bien ajustadas en pieles frescas de vaca, que contienen unos 100 kilogramos (serones). Este té se envía en grandes cantidades desde Paraguay á los países vecinos, por el Norte hasta Quito y Lima, y por el Sur á las comarcas del Río de la Plata. Para usarlas se ponen las hojas trituradas en un vaso ó una calabaza con agua hirviendo, y se aspira el líquido, llamado *maté*, por medio de un tubo que tiene un tamiz en el extremo inferior. El *maté* tiene un sabor fuertemente amargo y produce una excitación semejante á la del té chino; de tal modo, que en la misma Europa ha encontrado algunos aficionados. Se suele mejorar su sabor añadiéndole jugo de limón, canela ó clavillo y azúcar. El acebo común (*Ilex aquifolium*), que crece en varios puntos del occidente de Alemania, ha sido objeto en algunos de ellos de tentativas de explotación como té; pero no ha conseguido lograr acogida. No es fácil estimar la cantidad de té producido en el Paraguay; pero debe ser bastante considerable, pues sólo á Buenos Aires se exportaron en 1869 unos 14,2 millones de libras, por valor de 5,2 millones de pesetas. Fr. Neumann calcula el consumo anual en 40 millones de libras. Una circunstancia que le hace desmerecer en comparación con el té chino y el café, es la de que pierde mucho de su bondad por una conservación prolongada ó un largo transporte. Para el té que se acostumbra á llamar en Chile del Paraguay, se emplean las hojas secas del *Psoralea grandulosa*, y en el centro de América las de la *Capraria biflora*.

FIG. 60.—Rama y flores del arbusto del té del Paraguay (*Ilex paraguayensis*).

En el Perú la planta de té más generalmente estimada es la coca (*Erythroxylon Coca*). La infusión de las hojas de constituye una bebida muy agradable y excitante; pero esta forma de tomar el té es excepcional en ese país; la forma más usual es la masticación. Como el árbol de la coca tiene también propiedades narcóticas, lo consideraremos más adelante con mayor detenimiento. De un modo semejante, unas veces como infusión de té, otras para la masticación, utilizan los árabes y abisinios las hojas jóvenes del kat (*Catha edulis*), que, sin embargo, van siendo sustituídas por la semilla de café, en virtud de su alto precio y poca duración. Modernamente se ha aconsejado repe-

tidas veces el empleo de las hojas de café como sustituto del té chino. Estas indicaciones dieron ocasión á experiencias practicadas en Sumatra. En los valles cálidos y húmedos de esta isla se plantó el arbusto del café, pero no ya para utilizar las semillas, que en tales condiciones son escasas, sino para el aprovechamiento de las hojas. Los operarios de los arrozales consideraban como perniciosa el agua pura, así como toda bebida espirituosa, durante su insana labor, y se alimentaban casi exclusivamente de arroz cocido y una infusión de hojas de café. Las hojas eran aquí preferidas á las mismas semillas, pues contienen mayor cantidad de sustancia amarga y son más alimenticias. Para su uso se las tostaba previamente á la brillante llama de la caña de bambú seca, que arde sin humo, para lo cual se construían pequeños hornos especiales. A pesar de las repetidas alabanzas de este café-té, así revelado, hasta hoy no ha tenido todavía éxito alguno fuera de la citada isla, ni siquiera en su vecina de Java. Los poseedores de buenas plantaciones de café se cuidan bien de no cambiar, sin pensarlo antes, la ganancia segura que les proporciona el grano, por la problemática que pudieran darle las hojas, sobre todo cuando les faltan operarios adiestrados en la preparación de éstas.

En el Norte de América, particularmente en algunos distritos septentrionales, emplean para hacer el llamado té de Labrador, el sistema axil del ledon de los pantanos (*Ledum palustre* y *Ledum latifolium*). Se le atribuyen propiedades fuertemente astringentes, narcóticas, calmantes y regocijantes. Dicha planta es rara entre nosotros; pero en virtud de su olor particular nadie ha pensado todavía en emplearla como té, si bien algunos fabricantes de cerveza, poco escrupulosos, la utilizan por sus propiedades embriagantes.

Australia tiene también su té propio, llamado *tasmán*, y preparado con las hojas de diferentes especies pertenecientes á los géneros *Melalenca* y *Leptospermum;* también se toman allí como té las hojas de la *Correa alba*, *Acaena tanguisorba* y *Glaphyria nitida*. En la isla Mauricia se sirven también, para el aromático té de *faham*, de una orquídea, la *Angraecum fragrans*.

Por lo curioso, al menos, merece consignarse que también la Bohemia tienen su té original. Hace algunos años, en efecto, que se vende en el comercio como té bohemio un producto que, aunque el arbusto de que procede es cultivado con el nombre de *thea chinensis*, no contiene traza alguna de theína ni de otro alcaloide cualquiera. Se trata sencillamente de una grosera falsificación de un artículo alimenticio; la planta en cuestión no tiene nada que ver con el arbusto del té: es el *Lithospermum officinale*.

CACAO Y CHOCOLATE

Con el descubrimiento de la America se conoció un nuevo y costoso artículo de lujo: el cacao. En el año 1520 trajeron los españoles á Europa el primer ejemplar de esta sustancia. Los granos de cacao proceden de un árbol de tamaño regular (de cuatro á seis metros), al cual Linneo llamó *Theobroma;*

FIG. 61.—Rama del árbol del cacao.

FIG. 62.—Fruto del cacao con las semillas.

esto es, manjar de los dioses, y que, considerado como una sola especie, se lo designó con el nombre de *Theobroma cacao.* Los botánicos modernos le incluyen en la familia natural de las *buttneriáceas*, que sólo habitan entre los trópicos, y distinguen seis especies diferentes ó variedades de aquélla (*Th. bicolor*, *Th. speciosum*, *Th. guyanense*, *Th. sylvestre*, *Th. glaucum*, *Th. angustifolium.)*

Por su aspecto exterior, el árbol del cacao es un término medio entre el naranjo y un cerezo de hojas grandes; sólo que sus hojas son mucho mayores que las de este último. El tamaño del árbol varía según la especie á que pertenece, dentro de los límites señalados anteriormente, de modo que su tronco tiene un diámetro de 20 á 30 centímetros. Se encuentra hoy en Méjico, la América Central y la parte ecuatorial de la América del Sur, entre los 23° de lati-

tud Norte y los 15° á 20° de latitud Sur. Prefiere este árbol como habitación los valles umbrosos y húmedos, á orillas de los ríos, donde existe un suelo fértil y profundo, una temperatura uniforme de 22° á 28°, y que están en lo posible protegidos contra los vientos frescos del Nordeste. En los países que constituyen su patria, su cultivo es muy productivo. Repetidas veces se ha intentado aclimatarlo en otras comarcas, también tropicales; pero no se ha conseguido más que imperfectamente, siendo las que han dado mejor resultado en la América del Sur, Colombia, Ecuador, Guayaquil, y, por último, las pequeñas Antillas, desde donde, y en particular desde la Martinica, vienen á Europa cantidades no despreciables de semilla de cacao con el nombre de cacao de la isla. En general, el cultivo del cacao en las Indias occidentales ha decaído mucho, pues en ellas produce este árbol un sistema de raíces relativamente débil, que no le permite resistir á un viento fuerte. Sus hojas son rojizas en la juventud, pero con el tiempo van adquiriendo un color verde oscuro intenso, y efecto de su desarrollo proporcionan al árbol un adorno muy bonito. La variada coloración que muestra ya el follaje se enriquece todavía por la aparición de numerosas flores rosáceas y de los frutos que en estado de madurez son amarillos rojizos; y como quiera que este árbol muestra simultáneamente durante el año entero todas las fases de la foliación, floración y fructificación, se comprende fácilmente cuán agradable impresión debe producirnos la vista de una plantación de cacao.

Los indígenas del Sur de América cogen tan sólo los frutos amarillos rojizos, en forma de pepinos, de más de un palmo de largos, para comer su pulpa, y desprecian las semillas que se encuentran amontonadas en los puntos en que las hordas han acampado durante algún tiempo. Dentro del fruto, encerradas en cinco cápsulas, se hallan hasta unas cuarenta semillas, que cuando están frescas tienen color blanco y sabor áspero y amargo. Los colonos recolectan también en Diciembre los frutos de cacao silvestre de los bosques. Son éstos tan insanos, y ofrece tantos peligros atravesarlos, que la desecación de las semillas, que contienen un 50 por 100 de agua, apenas puede practicarse en los botes. Al cacao así obtenido se le llama cacao bravo ó sin tostar, y pasa por la peor clase.

CULTIVO DEL ÁRBOL DEL CACAO

La mayor parte del cacao procede de plantaciones especiales. El cultivo de este precioso árbol era ya muy considerable antes de la llegada de los europeos á Méjico, pues en este reino se pagaba en semillas de cacao una gran parte de los tributos, así como actualmente en Nicaragua se utilizan en ocasiones las mismas, en lugar de moneda fraccionaria.

Para la instalación de las plantaciones de cacao se eligen localidades semejantes á las en que el árbol crece espontáneamente. Un suelo bueno y profundo, en el que no haya existido todavía ningún otro cultivo, protección contra los vientos y temperatura uniforme y elevada, junto con cierto grado de humedad, son las condiciones principales que debe reunir dicha localidad; y cuando la última de ellas no ha sido prevista por la Naturaleza, es preciso compensarla por un riego artificial. Las semillas se ponen en hoyos, distribuídos con cierta regularidad, ó bien se siembran primero en viveros, y se trasplantan desde ellos á los dos años. Este árbol necesita en todas las edades protección contra los rayos directos del sol, estando encargadas de defender de ellos á las plantas jóvenes los bananos de grandes hojas, y á los árboles ya crecidos, el árbol del coral, llamado en aquellos países madre del cacao, que se planta entre éste. Cuanto más fértil es el suelo, más lejanos se ponen entre sí los árboles, siendo generalmente la distancia de seis á nueve metros. Las lluvias fuertes y prolongadas, y sobre todo un rápido descenso de temperatura, son sumamente perjudiciales para este delicado árbol, cuya cosecha se encuentra á veces mermada por la influencia de multitud de animales. En las islas Molucas se malogran las cosechas de años enteros por la acción de un pequeño escarabajo que se introduce en el pedúnculo del fruto, dando lugar á que éste se ennegrezca y se seque. Es preciso tener cuidado de quitar las malas hierbas y de mantener el terreno poroso alrededor de los troncos; pero para cada mil árboles es suficiente un hombre, que al mismo tiempo cuide también de podar las ramas.

En el tercero ó cuarto año comienzan ya los árboles á florecer, y á veces á fructificar también, continuando haciéndolo hasta los treinta, y en circunstancias muy favorables hasta los cincuenta; sin embargo, el rendimiento es mejor en el período desde los doce á los quince años. Por lo regular, hasta el año octavo no comienza á ser considerable la producción. Las florecillas, violadas y amarillas, nacen en verticilo en las ramas gruesas del tronco, y aun en algunas partes aisladas de la raíz; pero de cada mil de éstas apenas una llega á fructificar. El desarrollo del fruto exige unos cuatro meses. Por más que el árbol tiene flores y frutos durante todo el año, los últimos se dan con preferencia en dos épocas, que se adelantan ó se atrasan, según los países. Así, por ejemplo, en Méjico cae en Marzo y Abril la cosecha principal, y la segunda, menos abundante, en Octubre; mientras que en el Brasil se recoge la mayor parte del fruto en Junio y Julio (el invierno en aquellas regiones), y la segunda cosecha en Enero y Febrero.

La preparación de las semillas para el comercio es bastante sencilla. Se separan de la cáscara y de la pulpa jugosa en que están encerrados. La primera se abre con un cuchillo romo de hueso ó de madera; la segunda se frota con las manos contra una criba, preparándose después con ella una bebida

fermentada y embriagadora, que beben con fruición los operarios. Las semillas, que son en un principio blancas, se extienden al sol durante el día para secarlas, y se las protege por las noches contra el rocío, ó la lluvia, bajo techado, agrupándolas en grandes montones y cubriéndolas con hojas de banano. Durante este amontonamiento se inicia en los granos una fermentación lenta, acompañada de una débil elevación de temperatura, que influye

FIG. 63.—Recolección del cacao.

favorablemente en su sabor, disminuyendo la acritud. En algunas plantaciones se desecan también las semillas en grandes espacios calientes y bien ventilados, y son las que dan el cacao tostado. Por cada árbol explotable se calcula, por término medio, de cuatro á seis libras de semillas frescas, que equivalen después á dos ó tres libras de secas. Si se agrega á este dato la consideración del tiempo que invierte el árbol en su desarrollo antes de comenzar su rendimiento, así como los diversos obstáculos que hay que vencer durante la recolección, no podrá decirse que el cultivo del cacao reporta sólo beneficios. Las plantaciones más septentrionales se hallan en el valle de la Altamaha,

en Georgia, y en las regiones más meridionales del Mississipí; pero son más frecuentes en la proximidad al Golfo de Méjico: existen también muchas en Guatemala y en la costa occidental de Méjico. El cacao producido en estas últimas regiones es considerado como el mejor (soconusco). Además de Méjico y Guatemala, poseen también numerosas plantaciones de cacao Honduras, Costa Rica, Nicaragua, Colombia y la Guayana: en el Brasil casi no existe más que el cacao silvestre. Las Indias occidentales eran antes ricas en plantaciones, que fueron destruídas por huracanes, y sólo han vuelto á renacer en algunos puntos, como Martinica, Nueva Granada y Trinidad. Fuera de América no tienen importancia las pocas plantaciones que existen.

Entre los pueblos europeos, España es la que consume la mayor parte del cacao, siguiéndole Francia; en los demás, el chocolate es un artículo de lujo, mientras que entre nosotros constituye el pan nuestro de cada día. La Europa toda recibe anualmente de 15 á 18 millones de kilogramos de semilla, de los cuales llegan al puerto de Hamburgo unos 20.000 quintales para la Confederación alemana. En Prusia no quedan más que unos 5 á 6.000 quintales, que corresponden, por término medio, á 30 gramos próximamente por persona al año: todavía es menor el consumo en Austria, donde corresponde por cabeza la mitad de la cifra anterior. Inglaterra necesita al año cerca de dos millones de kilogramos; Belgica sobre 250.000, correspondiendo por cabeza 45 gramos. En Francia se introdujeron durante 1857 unos seis millones de kilogramos de cacao, lo que representa, por término medio, 250 gramos por persona, si bien una buena parte de este cacao fué exportado de nuevo en forma de chocolate. En España se calcula en un kilogramo el consumo anual por cabeza. Durante la travesía marítima, es común que los granos de cacao vayan simplemente amontonados en las cámaras del buque; sólo las clases escogidas se suelen transportar en sacos de cuero.

La semilla de cacao está rodeada de una cáscara dura; en el interior contiene, como la mayor parte de las semillas, dos almendras (cotiledones), entre las cuales se halla la radícula. Las almendras gruesas son la parte útil, y para quitarles la cáscara y la radícula se tuestan por lo pronto las semillas en cilindros de lata, á una temperatura de 100 á 300° centígrados, de un modo análogo á como se practica con las de café. Después de un cuarto de hora próximamente se las lleva á un molino, construído también en la forma de nuestros molinos de café, con la única diferencia de que el aparato triturador tiene un corte menos agudo y mayores dimensiones. En algunas fábricas, se emplean, en lugar de estos molinos, unos cilindros que tienen unas desigualdades de forma cuadrada, entre los cuales se hacen pasar los granos de cacao, cuyas cáscaras se parten al mismo tiempo que los cotiledones son divididos en trozos y la radícula se separa, cayendo por una criba; los pedazos de la cascarilla se separan también, aventándolos con un fuelle. El nucleo de la

semilla contiene próximamente una mitad de manteca de cacao, de 14 á 18 por 100 de almidón, 13 á 18 por 100 de compuestos protéicos, uno á uno y medio por ciento de theobromina, etc. La *theobromina* es un alcaloide completamente análogo á la cafeína y theína; sólo puede obtenerse pura en los laboratorios químicos, mostrando entonces un sabor muy amargo y todas las propiedades de un activo veneno. Difundido, sin embargo, en la masa del cacao, y en pequeña dósis, actúa como un excitante suave.

La manteca de cacao, á la que debe el chocolate su condición de alimento

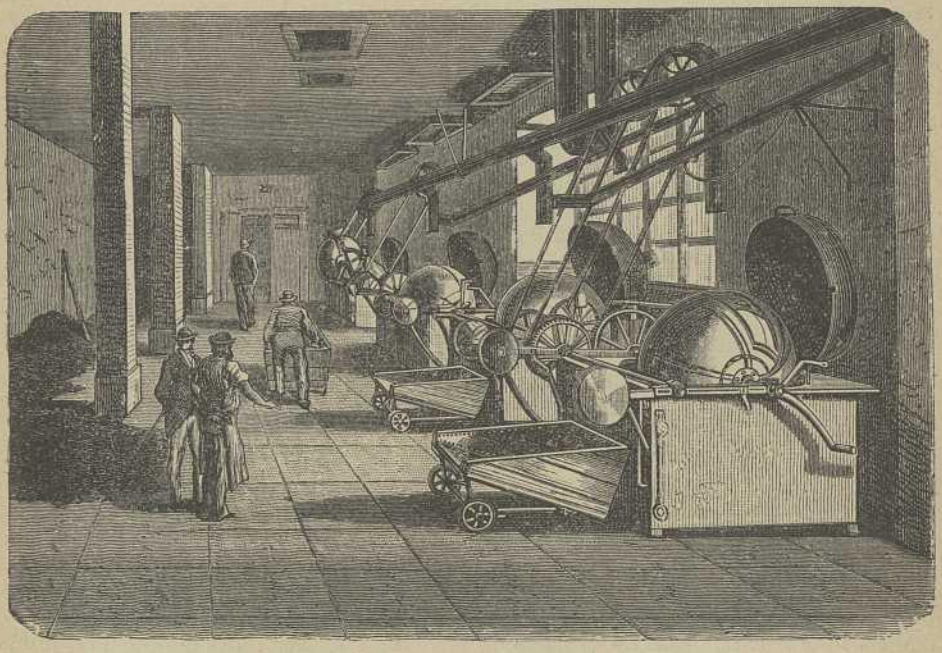


Fig. 64.—Aparato de tostación del cacao.

pesado, sobre todo para estómagos débiles, puede separarse fácilmente de la masa del mismo, calentándola y prensándola. Desde antiguo se empleaba ya en América por las criollas con el fin de dar tersura á la piel, y entre nosotros la utilizan los farmacéuticos para hacer pomadas para los ojos, ceratos, etc. Los álcalis la saponifican, dando un hermoso jabón blanco.

El cacao se come en diferentes clases de preparaciones. Con las semillas tostadas y pulverizadas se hace una masa fina, que por efecto de su abundancia en grasa adquiere, por el calor, la consistencia de una pasta que se endurece á la temperatura ordinaria, y que con el agua hirviendo proporciona una bebida muy estimada; otras veces se le quita la grasa y se hace la infusión con la harina de cacao desengrasada. Pero en lo que se consumen las mayores cantidades de cacao es en la preparación del chocolate.

CHOCOLATE

El uso del chocolate era ya común en Méjico antes de que los españoles tuvieran noticia de la existencia de aquel país; la palabra misma debe proceder del idioma de los mejicanos, y significa "cacao„ y "agua„ (*atle*). Se trituraba la masa de cacao, se le añadían especias y azúcar y se cocía con agua. Los españoles debieron traer á Europa el primer chocolate hacia el año 1520; pero mantuvieron en el mayor secreto su preparación. Desde España se fué extendiendo el uso del chocolate, y uno de los primeros pueblos en conocerlo fué Alemania, cuya dinastía le hacía estar en íntima relación con la corte española. Durante mucho tiempo, sin embargo, se mantuvo muy limitado el uso del chocolate, efecto del alto precio que tenía el cacao y de la escasez de conocimientos acerca de la forma y manera de hacerlo. Francia no conoció este artículo, según unos, hasta 1661 y por intercesión de María Teresa de España, esposa de Luis XIV; según otros, se adquirió ya este conocimiento en 1653 por medio del cardenal Alfonso Richelieu, hermano del célebre Ministro. También en ese país se revistió en principio con el atractivo del secreto; pero fué gradualmente adquiriendo mayor publicidad, y hoy existen fábricas de chocolate como la de Menier, que suministran al comercio sobre dos y medio millones de kilogramos de chocolate al año.

La transformación de la masa de cacao en chocolate, trabajado á mano, tal como se verifica entre nosotros, es operación casi doméstica y que todos hemos presenciado, por lo que nos abstenemos de su descripción. No por eso dejaremos de consignar que el consumo que se hace de este chocolate fabricado á brazo tiene tal importancia, que excede al del fabricado á maquina, á pesar de la competencia en precios.

La fabricación del chocolate á máquina constituye una industria importantísima entre nosotros, y esta consideración nos decide á describirla. La primera operación se reduce á tostar y triturar los granos del cacao en la forma descrita anteriormente, advirtiendo que el tostado excesivo, como se acostumbra en Italia, da al chocolate un sabor muy amargo, pero que le hace en extremo aromático; mientras que el cacao menos tostado, como se usa en Francia y entre nosotros, hace el producto más mantecoso y suave, aunque menos aromático.

Sigue luego la operación de moler el cacao mezclándolo con azúcar, para cuya operación se emplea el molino que muestra la fig. 65, y que consiste en cilindros de granito muy próximos entre sí, por entre los cuales se hacen pasar las semillas tostadas y trituradas, juntamente con el azúcar; advirtiendo que, como la manteca de cacao funde á los 29 ó 30° centígrados, se hace preciso

calentar los cilindros. De esta manera se obtiene una pulpa más compacta y fina que la obtenida con los rodillos movidos á brazo.

Esta masa se coloca luego en moldes ó cajetines rectangulares de hoja de lata, que deben estar muy limpios, resultando unas pastillas ó ladrillos que pesan, generalmente, 400 gramos, y que además se les marca con una subdivisión de 16 porciones iguales, que equivale á la cantidad necesaria para hacer una jícara ó tacita de esta rica sustancia. Una vez fria la pasta

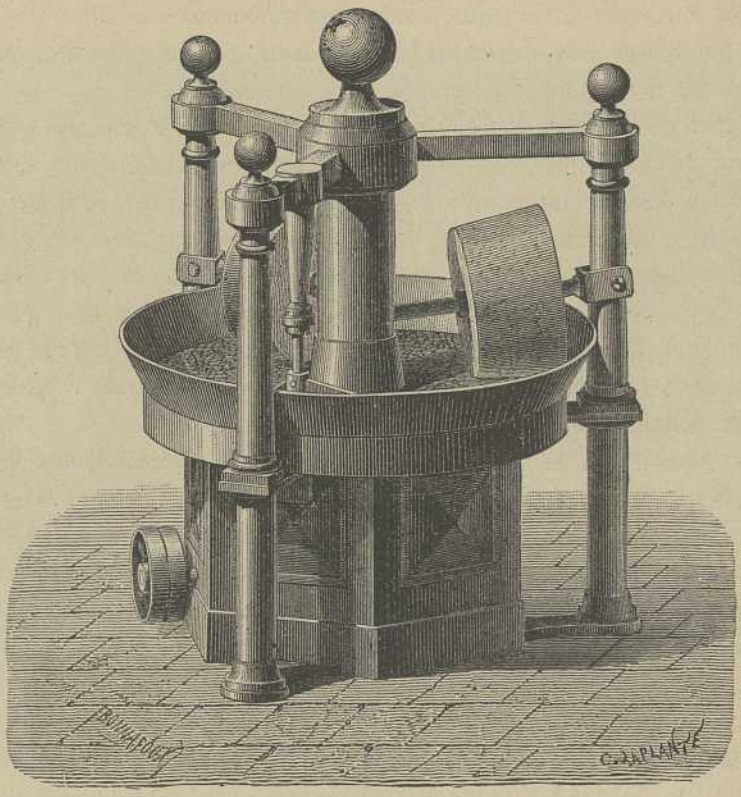


FIG. 65.—Molino para hacer la mezcla del chocolate.

en los citados moldes, se envuelve el contenido en papel de estaño, con el objeto de que no se evapore el aroma, que es en extremo volátil, y porque el chocolate absorbe fácilmente los olores extraños.

Una de las precauciones que conviene tomar, es la de que el enfriamiento y condensación de la masa caliente se produzcan lo más rápidamente posible, solidificándose de esta manera el azúcar antes de que tenga ocasión de aislarse de las demás sustancias. Con este fin, se emplean en las grandes fábricas especialmente durante el verano, extensas heladoras ó se escogen sitios frescos en donde pueda hacerse sufrir una rápida condensación á las porciones de la pasta de chocolate, después de amasada y moldeada. Las sus-

tancias empleadas generalmente para la fabricación del chocolate, varían según los gustos y precios. Para la clase más fina y de más valor se emplea sólo cacao (Soconusco, Caracas ó alguna mezcla), azúcar de primera y una pequeña cantidad de vainilla ó canela. Para abaratar este producto se mezclan las clases de cacao más inferiores con almendra, avellana, piñón y harina de maíz tostada, y antiguamente se empleaba la miel en sustitución del azúcar. No citamos otras sustancias que se usan para la falsificación del chocolate.

El chocolate se ha utilizado también modernamente en varias formas para hacer á los enfermos menos violento el uso de medicinas de sabor desagradable. Así, por ejemplo, se encuentra en las boticas y droguerías chocolate con quina, con hierro, con líquen, etc., etc.

No debemos terminar este capítulo sin hacer mención de la primera de las fábricas de chocolate que tenemos en nuestro país. Nos referimos á la llamada "Compañía Colonial„ fundada en 1854 en Madrid en el Tívoli (Prado), cuya casa construyó en 1886 otra fábrica modelo de nueva planta en Pinto. Esta ocupa una superficie de 100.000 pies cuadrados, y cuenta con una fuerza motriz de 150 caballos, empleando más de 300 operarios. La producción, que va en aumento, excede hoy de 6.000.000 de paquetes al año. Es la casa que paga más contribución industrial en este ramo, y ha merecido los más altos premios en todas las Exposiciones á que ha concurrido.

La corteza de cacao, que se acumula en las fábricas de chocolate en gran cantidad, se suele enviar á Inglaterra (particularmente desde Trieste) en donde, bajo el nombre de *miserabel*, se mezcla con clases inferiores de cacao, empleándola en la preparación de una clase de chocolate, con la que se contentan los irlandeses. En Europa se suele hacer de esta corteza una especie de té, llamado de cacao, que tiene poca aceptación.

Mientras que para el café, y sobre todo para el té, se han hallado muchos succedáneos, no se conoce ninguno que merezca propiamente este nombre con respecto al chocolate y al cacao. Los viajeros modernos hacen referencia de una especie de bebida, semejante al chocolate, de uso muy general en el interior de Africa, especialmente en el Sudán occidental. Se hace con los frutos triturados de la *dodoa* (*Parkia africana*), á los cuales se da la forma de pequeñas tortas, y se envía desde las costas al interior. Este artículo no parece que haya sido traído á Europa. Tampoco ha llegado hasta nosotros la *guarana* ó *cacao del Brasil*, que procede de la *Paullinia sorbilis*, y del cual se supone que sirve á los naturales del país como equivalente del cacao verdadero. Las semillas de la citada planta contienen, en efecto, una cantidad considerable de cafeína, y desde el punto de vista químico podríamos haber incluído su estudio en este capítulo; pero las preparaciones que se hacen de dichas semillas no sirven como artículo de consumo diario, sino casi exclusivamente como remedio contra algunas enfermedades palúdicas.

EL TABACO Y OTROS NARCOTICOS

Reseña histórica.—Fábula acerca del origen de la planta del tabaco.—Propagación del uso del tabaco desde América á Europa.—El tabaco como medicamento.—El fumar y aspirar el tabaco no son más que modas.—Prohibiciones y leyes contra éstas.—Pipa y tabaquera.—La planta del tabaco y su cultivo.—Difusión del cultivo del tabaco.—Recolección de las hojas.—Composición química de las mismas.—La nicotina.—Cigarros sin nicotina.—Preparación del tabaco.—Clasificación de las hojas.—Despalillado.—Fermentación.—Preparación especial del tabaco para fumar.—Maceración.—Tabaco en rama.—Fabricación de cigarros.—Cigarros de la Habana.—Otras clases de cigarros.—Tabaco en polvo.—Su fermentación.—División y empaquetado.—Tabaco para mascar.—El ópio.—Su extracción.—Su uso y propiedades fisiológicas.—Historia.—Propagación, etc.—Haschisch.—Lúpulo.—Coca, etc.

El tabaco ha adquirido una influencia tan grande en la vida, que si sus fuentes de producción se agotaran súbitamente, se produciría en el mundo un conflicto mucho mayor que el originado durante la guerra entre los Estados del Norte y los del Sur de América por efecto de la falta de algodón; pues aunque su consumo no está tal vez tan generalmente difundido

como el de éste, va en cambio unido en cierto modo á un pasajero bienestar, de tal manera que todo obstáculo que afecte á su uso, tiene que producir la mayor excitación en los ánimos. El tabaco no es ya un simple artículo de lujo, sino que ha adquirido la categoría de una necesidad; no es tampoco un producto casual, sino que á su cultivo se consagran los mayores cuidados, y comparte con los cereales, el café y el té, la caña de azúcar y el algodón, el dominio que la Naturaleza ha concedido al reino vegetal sobre la humanidad. Se ha extendido sobre toda la Tierra; en tanto solicitado, en tanto difamado, pagado á precio de oro y proscrito por las leyes, ha alcanzado, á través de mil alternativas en el transcurso del tiempo, su importancia actual, que caracteriza toda una civilización.

Allá en los buenos tiempos—así refiere Grube la fábula persa sobre el origen de la costumbre de fumar,—cuando la Humanidad era todavía joven y cada cual poseía cuanto quería, vivía en Meca un joven que era tan bueno y virtuoso como solían serlo los jóvenes de entonces, y debían serlo los de ahora. Poseía muchos tesoros; pero ninguno tenía en tanta estima, ninguno conservaba con tanto cuidado, como una mujer hermosa y honrada. Enfermó ésta, y murió. En vano puso en juego toda la energía de su alma para no ser dominado por el dolor. Intentó distraerse haciendo viajes; adoptó por esposas las cuatro muchachas más bonitas de Meca, conforme lo permitía el Profeta. Nada, sin embargo, fué bastante para hacerle olvidar la pérdida de aquella preciosa perla, y la pena iba visiblemente acortando sus días. En esta situación decidió consultar á un buen hombre, cuya sabiduría había oído ensalzar muchas veces. Vivía éste en el fondo del desierto, en una simple cueva sobre las rocas; nuestro joven lo buscó y el buen solitario le recibió como recibe un padre al hijo de quien está orgulloso. Le invitó á que le mostrara su corazón, y cuando hubo escuchado la historia de sus desdichas, le dijo: "Hijo mío, ve al sepulcro de tu mujer; allí encontrarás una hierba, cógela, colócala en un tubo y, después de haberla encendido, aspira el humo; el cual será para ti tu mujer, tu padre, tu hermano, y, sobre todo, un discreto consejero que dará á tu espíritu el saber y la alegría.„ Cuando esta hierba hubo mostrado su admirable poder, fueron haciendo uso de ella gradualmente otros que no habían perdido aún á sus caras esposas... y tal vez por esto mismo.

El humo azulado, que asciende suavemente en espiral, conduce efectivamente al pensamiento lejos de la triste realidad, sumiéndolo en los recuerdos de un grato pasado, ó presentando al fumador el reflejo de un porvenir iluminado por risueñas esperanzas. Sólo un idiota puede gustar de abismarse en una ociosidad absoluta; pero un reposo consciente produce bienestar en los seres fatigados por las penas ó el trabajo, y por esta razón las nubecillas que salen de las pipas de los fumadores, constituyen esa compensación tan deseada. No entrañan esfuerzo alguno, ni del espíritu ni de la materia; pero como quiera

que con el variado jugueteo de ellas se sostiene en incesante actividad la fantasía del fumador, descansa cierto tiempo sin que le rinda el sueño. En la oscuridad no va acompañado, el fumar, de placer alguno. El uso del tabaco contribuye al recogimiento, pues manteniendo los sentidos despiertos en cierto modo, aunque no excitados, permite á nuestro espíritu desarrollar una actividad espontánea, sin obstáculos ni influencias extrañas.

Nada de esto, sin embargo, es la causa que determina á un fumador á hacer del tabaco un artículo de uso diario y sobrellevar las desagradables consecuencias del primer cigarro fumado; más bien es una deplorable tendencia á la imitación lo que propaga y difunde esta costumbre, que en sí misma no tiene realmente mucho de bella. El muchacho ve fumar á los hombres, y por lo mismo que le está prohibido, su vanidad le incita más á compartir con éstos semejante privilegio . Vencidos los primeros pasos, que no son otra cosa que pequeños envenenamientos por la nicotina, va poco á poco apareciendo la acción narcótica placentera, y el hombre ya juicioso prosigue, sin embargo, como costumbre grata la obra comenzada en otro tiempo por el muchacho inconsciente.

Por más que otra fábula relacione el origen de la planta del tabaco con la sangre de Mahoma, que éste, mordido por una serpiente, vertiera en el suelo, junto con el veneno absorbido, y que los mahometanos digan, por lo mismo, que esta admirable planta reune la acritud del veneno de la serpiente á la dulzura de la sangre del Profeta, esto ya no sería aplicable á los vegetales que los botánicos han señalado como enlazados al tabaco por estrecho parentesco. En efecto; el beleño, el estramonio, la belladona y la misma patata, por ejemplo, pertenecen á la familia de las solanáceas.

Se distinguen dos especies principales de tabaco, que están también principalmente aclimatadas entre nosotros, el llamado tabaco indígena (*Nicotiana rústica*) ó tabaco violeta, de hojas duras, correosas y redondeadas, cuya planta es robusta, baja y tiene espigas de flores muy densas, y el tabaco de Virginia (*Nicotiana tabacum*). El primero tiene hojas mucho mayores, y además se distingue del segundo, porque sus flores son amarillentas, mientras que las de éste son rojas. Una tercera especie, que merece ser algún tanto tenida en cuenta, es el tabaco de Maryland (*Nicotiana macrophylla*), que es de hojas mayores que el de Virginia, pero menos agudas en la punta. Entre el gran número de variedades de tabaco, consignadas en los libros especiales y que distinguen varios botánicos, encontramos todavía interesante el tabaco chino, por la circunstancia de que la planta (*Nicotiana chinensis*) llevan en China un nombre especial, y algunos han deducido de ello que dicha variedad era secretamente conocida y fumada en el Oriente de Asia antes del descubrimiento de América. Sea de esto lo que quiera, la planta del tabaco y su empleo característico no fueron introducidos en Europa sino procedentes de

América. Los españoles, cuando desembarcaron en la isla de Cuba con Colón, encontraron fumando á los indígenas. Las hojas secas y arrolladas, es decir, los cigarros primitivos (pues en forma de cigarros las quemaban y aspiraban el humo) eran llamados *tabaco*. De aquí recibió su nombre la planta misma. Por lo demás, nadie sabe si dicha planta era originaria de la isla de Tabago, ó si ésta y la provincia mejicana de Tabasco recibieron, por el contrario, su nombre del tabaco mismo.

FIG. 66. Pipa de dos ramas, de los americanos.

Los antiguos indígenas americanos conoçian también el rapé y mascaban el tabaco, y en algunas tribus su uso era uno de los medios de que se servían los sacerdotes para entrar en sus éxtasis religiosos. Todavía, hoy mismo, fuman los indios peruanos sobre las sepulturas de sus antepasados las venenosas hojas del estramonio para comunicar con los espíritus de los difuntos.

En el fondo, se ha variado muy poco en cuanto á la forma y manera de hacer uso del tabaco. Unicamente ha desaparecido en Europa el uso de pipas cuyo tubo se dividía en dos ramas, cada una de las cuales se introducía en uno de l os orificios de la nariz; forma que era usada entre algunas antiguas razas americanas. Herodoto refiere ya que los antiguos escitas aspiraban el humo de una hierba arrojada sobre un carbón incandescente, y según otros escritores (Pomponio Mela) lo mismo hacían los tracios. Parece que los celtas introdujeron ya el uso del rapé; pero por más que encontremos interesantes estas referencias, desde el punto de vista de la historia de la civilización, sólo podemos consagrarles aquí un espacio muy limitado. Nos enseñan tan sólo que la necesidad de los narcóticos debe ser considerada como natural y espontánea; de donde se deduce que sus causas tienen un origen más profundo en la naturaleza humana que el frívolo deseo del muchacho, cuando, por imitar á los mayores, coge la pipa de su padre, y, si no puede llenarla de tabaco, la llena de hojas secas ó pétalos de flores.

FIG. 67.—Antigua pipa norteamericana.

FIG. 68.

FIG. 69.

Pipas antiguas encontradas en el valle del Ohio.

Europa aprendió á hacer uso del tabaco de América, ó más bien de Africa, pues los blancos no se sirvieron del tabaco hasta mucho después que los esclavos negros importados por el año 1516, que adoptaron la costumbre americana de fumar como una defensa eficaz contra los mosquitos. Los primitivos habitantes del Norte de América conocían ya la costumbre de fumar en pipa, que también fué adoptada en Europa antes que los cigarros, según demuestran las pipas encontradas en multitud de sepulturas. En la fig. 67 damos el dibujo de una de estas antiguas pipas encontrada

en una sepultura en las costas de la Florida; las pipas representadas en las figuras 68 y 69 proceden de santuarios en el valle del Ohío.

Como la planta del tabaco, lo mismo que todas las hierbas que contienen sustancias acres, jugaba también un gran papel en la tosca medicina de los pueblos salvajes, de aquí que los europeos fijaran su atención por primera vez en ella bajo tal concepto. En el año 1558, el médico de cámara de Felipe II, D. Francisco Hernández, llevó las primeras semillas de tabaco á Portugal, donde se cultivó la planta como un medicamento muy activo, y cuando aquel Rey envió desde Lisboa al embajador Juan Nicot (1559 á 61) á las Cortes de Francisco II de Francia, Catalina de Médicis y otros Monarcas, el objeto de la embajada no era otro que el de hacerse simpático á sus protectores, manifestándoles gran interés por su salud con el regalo de esta nueva sustancia medicinal. Los diferentes nombres de hierba de la Reina Madre, hierba Sainte-Croix (del cardenal Sainte Croix), hierba del Gran Prior, hierba Santa, etc., no significan otra cosa sino que éstas y otras personas distinguidas la empleaban para los golpes, enfermedades de la cabeza, y aun para las heridas. La botánica y la química se han mostrado tan agradecidas al primer propagador de esta planta, Nicot, que tanto el nombre científico del género *Nicotiana*, como el del alcaloide característico contenido en ella (nicotina), se han derivado del suyo propio.

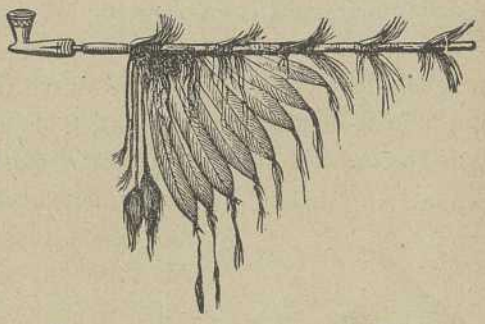


Fig. 70.—La pipa de la paz, de los norteamericanos.

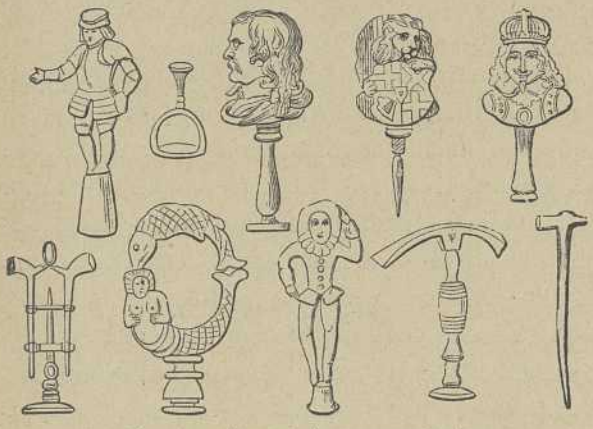
El primero que introdujo en Inglaterra la costumbre de fumar fué sir Walter Raleigh, fundador de la colonia Virginia. Se usaban en un principio pipas semejantes á las auténticas con que fumaban algunas tribus americanas, que eran de arcilla con dibujos de diferentes colores y flecos de plumas colgantes. Pero esta costumbre, que en su origen se mantenía limitada á la alta sociedad, y como secreta, había adquirido ya, escasamente trece años más tarde, una extensión tal, que se intentó cultivar el tabaco en Europa. Holanda, la nación comercial por excelencia en aquella época, inició dicho cultivo en 1615.

A continuación de fumar se hizo moda el sorber tabaco; se encontró en las cajas de rapé un medio para brillar, pues se construían de las sustancias más caras y las formas más variadas. Parece ser que Francia tuvo la gloria de poseer los primeros sorbedores de tabaco, así como Inglaterra puede vanagloriarse de haber ocasionado la propagación del uso de fumar, pues sus soldados mercenarios, al servicio del caduco Monarca y que eran ya fumadores consumados, dieron á conocer en Alemania el nuevo vicio. Por lo menos, en una carta del médico de Nuremberg, Leonardo Doldius, al médico de cámara

del obispo de Bamberg, Segismundo Schnitzer, carta fechada en 4 de Abril de 1604, se halla consignado que, no sólo la embajada persa, que fué en el citado año á visitar al emperador Rodolfo, encontró en la ciudad tabaco para su propio consumo, sino que ya era también entonces casi diaria la costumbre de aspirar el humo del tabaco por medio de tubos entre los nurembergueses.

FIG. 71.—En el siglo XVII.

En Francia se comenzó á sorber rapé en tiempos de Luis XIII; es decir, en el primer tercio del siglo XVII. La galantería de aquella época encontró en esto un nuevo campo para desarrollar su frívola inventiva. Todas las conversaciones venían á recaer sobre la nueva manera de preparar el tabaco, y no había caballero ni dama encopetada que dejara de prepararse por sí mismo el polvillo picante, bien por medio de molinos especiales, ó ya de costosas limas. La forma de la tabaquera de un hombre célebre se hacía de moda, y todavía hoy se conserva, según cuentan, en el Museo Dusommerard, la de Mario Delormes, que llamó entonces la atención de todo el mundo. Es más; se llegaba á conceder importancia hasta á la manera de absorber el rapé. El señor de Larochefoucauld gozaba de una celebridad sumamente especial por la gracia con que sabía hacer girar la tabaquera entre sus dedos y deslizarla en el bolsillo; y hasta los comediantes se ejercitaban con objeto de imitar en el teatro sus modales á propósito del particular. Como que el tabaco, al menos en rapé, podía usarse en los salones, no es de extrañar que hasta las mujeres más elegantes se contaran entre sus partidarios. En efecto, la tabaquera ó caja de rapé se hizo para ellas un objeto tan indispensable como el abanico.



FIGURAS 72 á 81.—Antiguos tapones de pipas.

Se sorbía rapé en sociedad, en las calles, en las iglesias; y la costumbre de ofrecerse tabaco al encontrarse tiene su origen en aquella época en que se consideraba como primera condición del trato diario el cumplido y la galantería. "El tabaco es como las aguas del río Lethe; todo cuidado, toda preocupación, desaparece mientras estamos sometidos á su influencia„; este es también el pensamiento que conduce de mano en mano entre los indígenas norteamericanos la pipa de la paz, profusamente adornada (fig. 70.)

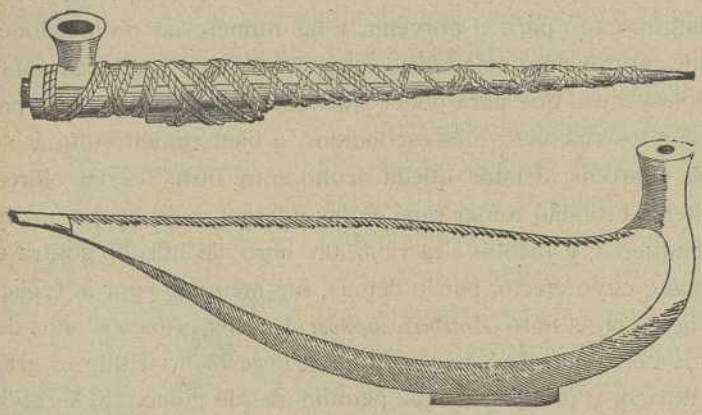
Pero junto á los partidarios del tabaco no faltaron también sus enemigos encarnizados. Legisladores, poetas y escritores tronaron contra él; mas, como puede verse, sin ningún éxito para el porvenir, y las numerosas prohibiciones no produjeron desde un principio más efecto que el que hoy producen sobre los colegiales y adolescentes, que para poder satisfacer su deseo, avivado por la prohibición, buscan los rincones más escondidos, ó bien rinden culto á su ídolo en sitio donde el aroma delator queda oculto entre otros fuertes olores.

Isabel de Inglaterra prohibió tomar rapé en las iglesias, bajo pena de confiscación de las tabaqueras; y Jacobo I escribió un libro de bolsillo contra el tabaco, su *Misocapnos*, cuyo efecto, por lo demás, fué atenuado por la réplica de un jesuíta portugués en el libro *Antimisocapnos*. En los primeros años del siglo XVII impuso ya el citado Rey, haciendo de la necesidad virtud, un gran impuesto sobre el tabaco, y prohibió á los plantadores de tabaco de Virginia cultivar cada uno más de cien libras al año.

Todo esto, sin embargo, fué tan inútil como la excomunión lanzada en 1624 por el papa Urbano VIII, y no levantada hasta el tiempo de Inocencio (1691 á 1700). Unicamente permaneció prohibido el sorber tabaco en la basílica de San Pedro. En Rusia se cortó las narices á los fumadores, y hasta en Oriente, cuyos habitantes no se pueden apenas concebir hoy sin su correspondiente pipa, se impusieron penas muy severas, como el agujereamiento de la nariz, contra los que contravinieran la prohibición de fumar tabaco. Se refiere que el shah Abbas el Grande, que fué el autor de estos terribles castigos, invitó en cierta ocasión á un banquete á todos los dignatarios del reino, con el único objeto de ridiculizar en él la afición al tabaco. Cuando estaban todos reunidos hizo Abbas presentar pipas, que habían sido llenas de excrementos secos de caballo, y manifestó á los que le rodeaban que le gustaba mucho fumar aquel tabaco, que era un regalo del visir de Hamadan, y que, según entendía, era el mejor tabaco del mundo. Todos los comensales se apresuraron á contestar que la fama de este tabaco no tenía nada de exagerada, y un viejo General, cuya opinión se tenía muy particularmente en cuenta, exclamó: "Por tu sagrada cabeza que no he fumado jamás un tabaco que tuviera, como éste, el aroma de las más delicadas flores„. Pero entonces estalló el shah, dirigiendo miradas fulminantes á aquel colegio de fumadores, y diciendo: "¡Maldito sea el producto, que mis magnates no pueden siquiera distinguir del estiércol seco de caballo!„ Y ordenó quemar, junto con su tienda, á un comerciante que tenía tabaco en sus almacenes.

Apenas se podría encontrar un Estado en cuyas leyes no estuviera por aquel tiempo consignada la prohibición del tabaco; pero todo vino á acabar en lo que hizo Jacobo I, transformando las penas en castigos pecuniarios, que gradualmente se iban regularizando, y que á veces representaron impuestos muy considerables.

En el cantón de Berna se agregó, á los diez mandamientos de la ley de Dios, un onceno, que decía: "No fumarás„; por el contrario, en España, donde se tomó la cosa con no menos seriedad, se prefirió poner la prohibición de fumar tabaco como apéndice á uno de los diez mandamientos; pero pronto se comprendió que cuando Moisés subió al monte Sinaí, se debía tener todavía muy poco conocimiento de las malas consecuencias del uso del tabaco, pues la tentativa de dar colocación adecuada á la citada prohibición en el Decálogo, presentaba siempre dificultades extraordinarias. Por fin, después de largas vacilaciones, y cuando se habían ya puesto todas las demás leyes en armonía con el sencillo Decálogo de Moisés, se pudo llegar al acuerdo de incluir el pecado de fumar en el sexto mandamiento. A nosotros, sin embargo, no se nos alcanza qué puntos de vista hayan podido conducir á semejante solución.



FIGURAS 82 y 83.—Pipas de los Tschukchies.

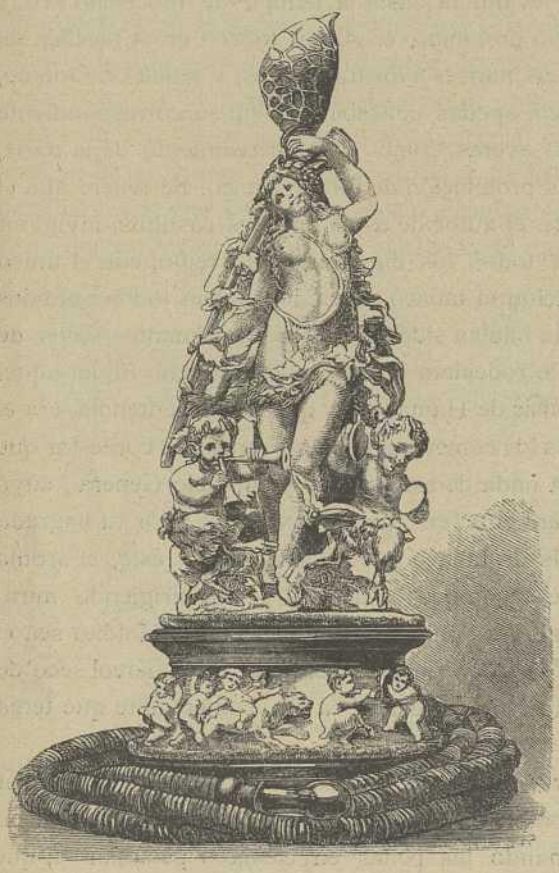


FIG. 84.—*Narghileh* de Jorge Willfort, de Viena.

Los fumadores y los tomadores de rapé han sido ridiculizados y censurados por los escritores, y desde el púlpito mismo, Jacobo Balde, con otros varios, han declamado contra la "embriaguez seca„, que convierte las

gargantas en chimeneas, tan sólo para poder tragar mejor por ellas la bebida. "Estos ebrios en seco son como unos monos imitadores de los borrachines. Del mismo modo que éstos con sus copas, hacen aquéllos girar sus pipas y fuman como beben, rivalizando en la cantidad, no precisamente á la salud de sus amantes, pues estos brindis tienen poca acogida entre las mujeres, sino por el feliz arribo de algún cargamento español ó inglés de tabaco. Se encuentran todavía marimachos que, no sólo llevan una tabaquera en lugar de la aguja y el hilo, sino que adoptan también la pipa, y rodean su boca con el humo de tabaco, á guisa de barba sucia y repugnante„.

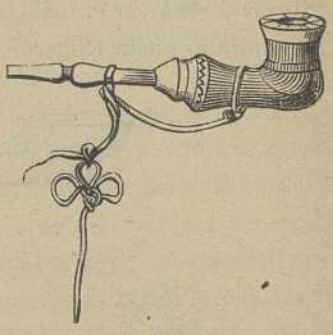


FIG. 85.—Pipa rusa.

Todo fué inútil; sólo que mientras que ahora el tabaco pasea en calma su cetro cual una necesidad indiscutible, la oposición y la lucha, que invadió también el terreno de los diferentes, y á veces originales útiles, pipas, petacas, etc., llamó principalmente en su auxilio entonces á la sátira. Se encuentran colecciones completas de los objetos accesorios más notables, propios de fumadores y tomadores de rapé, y hoy mismo existen aficionados que dirigen en este sentido su fiebre coleccionadora. Una de las más interesantes de estas colecciones fué, sin duda, la de tabaqueras del conocido poeta austriaco Castelli.

Cada pueblo, al menos mientras permanece en un estado primitivo de cultura, en el cual se manifiesta una gran fuerza conservadora de todo lo tradicional, tiene sus pipas propias, y por la elegancia y el arte de su construcción, así como por la figura exterior de ellas, puede deducirse alguna consecuencia acerca del carácter y civilización del pueblo de que se trate.

¡Qué diferencia no existe entre la sencilla pipa de los Tschukchies y la rica *huka* de los sibaríticos persas, adornada con oro y piedras preciosas, ó bien el *narghileh* de los turcos, en el cual el humo atraviesa por agua de rosas! ¿Qué mejor, para señalar las relaciones de pulcritud entre las dos naciones, que comparar la tosca pipa del ruso con la graciosa y blanca de arcilla de que se sirven los ingleses y holandeses? ¿Qué signo más expresivo que la pipa y la forma de manejarla, para apreciar el contraste entre algunas clases sociales de épocas pasadas? Esto, sin embargo, ha desaparecido por completo, pues las diferencias se borran cada día más.

FIG. 86.—Pipa de un artesano alemán.

Del mismo modo que en las pipas, reinaba antes la mayor diversidad en las formas de las cajas de rapé; zapatos, barquillas, botellas, todos los objetos

imaginables, naturales y sobrenaturales, hubieron de tomarse como modelos para su construcción. Los islandeses sacan el tabaco de un cuerno de búfalo para llevarlo á las narices. Los cafres se sirven de una pequeña calabaza vacía, y llenan la nariz con una especie de espátulas. En Escocia se tenían antes cuernos de carnero, de los cuales pendían una cuchara, una pata de liebre y otros utensilios que servían de halago á los fumadores, así como para triturar y remover el tabaco y para la limpieza de la tabaquera. Pero después el admirado poeta Roberto Buns, que murió en el año 1790, se sirvió de una

FIGURAS 87 á 93.—Diferentes formas de cajas de rapé.—1, 2, 3. Tabaqueras inglesas del tiempo de Carlos II.—4. Tabaquera escocesa.— 5. Tabaquera del tiempo de Luis XIV.—6. Tabaquera de Roberto Buns.—7. Tabaquera china.

tabaquera tan cómoda como sencilla, que está fielmente representada en nuestra figura, y cuya forma fué adoptada allí y conservada en homenaje al tan querido vate.

La forma de cajita es la más generalizada, de modo que sólo en pocos países se separan de ella. No es raro que esta diversidad en las vasijas en que se conserva el tabaco, coincida con un cambio en la clase del mismo ó en su preparación. En la parte septentrional de los bosques bohemios, principalmente por el lado de Baviera, y en comarcas perfectamente determinadas en sus límites, se absorbe todavía hoy, con una verdadera pasión insaciable, el llamado tabaco del Brasil, ó, como dicen las gentes de allí, *brisil*, el cual se obtiene de las plantas de tabaco más fuertes y se prepara con las lejías más activas;

de manera que, para una nariz no acostumbrada, viene á ser lo mismo que el agua regia para un pañuelo de batista.

Este *brisil* se pulveriza finamente con unas limas especiales, se mezcla con algo de manteca sin sal, y se conserva así en una pequeña vasija en forma de botella, á la cual no puede darse ya el nombre de cajita. Un tapón de cristal esmerilado impide que se pierda la menor cantidad del aroma. Cuando se va á tomar este tabaco, se saca del frasco, por medio de un inimitable movimiento de proyección, una pequeña porción de él, que se pone en la mano izquierda, bien sobre el dorso, ó bien más generalmente, en el hueco que se forma cuando se dobla todo lo posible hacia atrás el dedo pulgar. Luego, en virtud de un movimiento brusco, se lleva á la nariz esta porción de tabaco; pero con tal destreza, que no se pierde ni el más pequeño grano de él. Mientras que los pobres usan un frasco de vidrio ordinario (aunque á ninguno le falta, pues hasta los mendigos, antes que de hambre, se morirían si no tomaran *brisil*), los más acomodados llevan frasquitos tallados artísticamente y adornados con lujo. Se concede la mayor atención á la preparación del *brisil*, particularmente á la mezcla con la grasa, y existen personas que tienen para esto tal habilidad, y han alcanzado por ello tal fama, que se les envía tabaco para que lo preparen desde muchas leguas á la redonda.

El que sorbe *brisil* no fuma, y viceversa. En comparación con este rapé, todo otro tabaco es insípido y flojo; y, sin embargo, hay muchas gentes que, para aguzar más aún su mucosa nasal, le añaden á aquél potasa; hay más: los tomadores de rapé más rabiosos no se contentan todavía con esto, sino que aún mezclan su tabaco con vidrio en polvo. Tal vez parecerá inverosímil lo que decimos; pero podemos afirmar con toda seguridad que se trata real y positivamente de polvo de vidrio. Existe una palabra alemana para designar este estragamiento del gusto, que por otra parte es tan repugnante á los extraños como perjudicial á los que lo ejercitan. El Gobierno ha intentado repetidas veces, y también recientemente, poner un dique á tan asqueroso vicio; pero inútilmente, pues las gentes de aquellos bosques no son hombres sin su *brisil*, y esto sin distinción de edades, pues los muchachos de doce años ofrecen sus botellas de rapé á los padres con la misma naturalidad con que éstos lo hacen á sus compañeros. En la forma de las tabaqueras reina cierta semejanza entre las costumbres bávaras y chinas, si bien sólo en esto puede hallarse analogía.

La tercera forma de aplicación del tabaco como narcótico (si prescindimos de la costumbre imperdonable de algunos cerveceros sin conciencia, que tratan de aumentar el poder embriagador de la cerveza poniéndole hojas de tabaco en lugar de lúpulo), es la de mascarlo, cuyo uso está muy poco extendido. Principalmente lo practican los marineros, soldados, y, en general, los que, ó bien no les está permitido llevar en la boca una pipa ó un cigarro encendido,

por las condiciones especiales de su ocupación, ó bien no encuentran bastante satisfacción en fumar ó sorber tabaco. Entre estos últimos se encuentran los habitantes de algunos Estados meridionales de la Unión norteamericana. Kentucky es célebre, sobre todo, por la habilidad con que sus hijos lanzan á sus bocas sucias las pelotitas de tabaco que llaman *prime*, y luego, de cuando en cuando, las escupen, acaso sobre la flor más bonita de la alfombra que adorna la habitación donde se encuentran.

EL TABACO Y SU CULTIVO

La planta del tabaco pertenece al grupo de las anuales; sólo algunas variedades duran algo más, pero son las peores en cuanto á la calidad de sus hojas, las cuales son grandes, enteras y jugosas. Las flores tienen la figura de una campana, ó más bien de un tubo, y la corola ostenta cinco pétalos plegados. El cáliz posee cinco sépalos, y las semillas, en forma de multitud de granos pequeños y redondos, se hallan en el interior de una caja, dividida por varios compartimientos. Según Linneo, pertenece esta planta á la clase quinta de su sistema; De Jussien la incluye, como ya hemos dicho, con los otros vegetales venenosos, en la familia de las solanáceas.

El tabaco se da bien en casi todos los climas, pues en Europa se encuentra hasta los 62° de latitud; pero el clima, la constitución del suelo, la altura sobre el nivel del mar, los abonos y el cultivo, tienen extraordinaria influencia sobre sus propiedades. Casi no hay tantos árboles frutales como variedades de tabaco distinguen sus cultivadores, siendo el gusto sólo lo que generalmente las caracteriza. Donde mejor se desarrolla el tabaco es en los países cálidos; las variedades más delicadas crecen entre los 15 y 35° de latitud en el hemisferio Norte, cuyos límites están señalados por las islas Filipinas y por Latakia, en Siria. Se cultiva todavía hasta los 52° de latitud Norte; pero la bondad del producto va disminuyendo sucesivamente á medida que aumenta la latitud. La temperatura media no debe ser inferior á 10° si se quiere obtener un buen tabaco. Un suelo demasiado húmedo, si bien presta gran robustez á la planta, ejerce, por otra parte, una influencia perjudicial sobre el sabor de la misma, que se hace herbáceo; los elementos narcóticos se desarrollan de preferencia en un terreno seco y pesado, y el tabaco producido en él es poco apropiado para fumar, pues se carboniza fácilmente. En un suelo arcilloso, silíceo, ligero, dúctil y cálido, en un punto expuesto al sol y protegido contra los vientos fríos, se consigue en la misma Alemania coger buenas hojas de tabaco, cuyo aroma y gusto, por lo demás, no puede, sin embargo, competir con los del tabaco asiático y de las Indias occidentales. Para dar al suelo la necesaria porosidad, se suele recubrir de arena, tierra virgen ó restos vegetales

(humus), así como los suelos demasiado ligeros se mejoran añadiéndoles arcilla. En América se suele preferir, por lo mismo, para plantar el tabaco, el terreno de las selvas recién roturado, ó las praderas.

Por el análisis químico de las cenizas del tabaco se ha encontrado que las variedades que mejor arden se caracterizan por una mayor riqueza en sales de potasa reductibles por la incineración al estado de carbonato, mientras que, por el contrario, las variedades más difíciles de quemar contienen más sulfatos cloruros y fosfatos. Pero como el carbonato potásico de las cenizas vegetales procede siempre de sales potásicas de ácidos orgánicos, como, por ejemplo, del oxalato, tartrato ó malato potásico, se ha intentado favorecer la combustibilidad de las hojas del tabaco poniéndolas en maceración con las disoluciones de estas sales, y sometiéndolas después á una rápida desecación. El éxito ha sido satisfactorio; de modo que los fabricantes de cigarros pueden y deben sacar partido de esta enseñanza.

FIG. 94.—Tabaco silvestre.

Antes se había admitido siempre que la combustibilidad de las hojas en cuestión crecía con la cantidad contenida de salitre; pero habiéndose manifestado de tan favorable influencia las sales de ácidos orgánicos, no es inverosímil que semejante suposición carezca del fundamento que se le atribuía. A propósito de este asunto se hicieron experiencias en el campo de Boulogne; la tierra era pobre en potasa; se dividió en 12 campos distintos de experiencias, que se abonaron de diferente manera, plantando en todos ellos las mismas plantas, y de un modo exactamente igual. Al realizar la cosecha se manifestó el más combustible de todos, el tabaco cuyas cenizas contenían una gran cantidad de sulfato potásico; seguía después el desarrollado en la parcela abonada con carbonato potásico; á continuación el tabaco rico en nitro, y, finalmente, el abonado con cloruro potásico. La cal y la magnesia daban un tabaco casi incombustible.

Lo anterior es un mero ejemplo de cómo puede acrecentarse la bondad de los productos de la tierra, modificando artificialmente las condiciones

naturales, que, por otra parte, sólo pueden estudiarse por los métodos de las ciencias experimentales. En todas las empresas agrícolas que, como el cultivo del tabaco, dependen del sabor de los productos y de sus gradaciones más sutiles, es de la mayor importancia mantener constantes ciertas condiciones, ó bien aumentar sus ventajas por medio de un cuidado especial en las labores y abonos á que se someta el terreno.

Los abonos tienen una influencia esencialísima. En Oriente se estima como superior á todos los demás el tabaco que crece en terreno abonado con estiércol de cabras, y los drusos tienen un conocimiento tan delicado para esto, que, con sólo fumarlo, son capaces de decir cuál es la clase de estiércol empleado para abonar un tabaco determinado. Nuestros mismos nervios olfatorios y gustativos, aunque menos sensibles, no dejan de ser desagradablemente impresionados por la influencia del estiércol de cerdo, por ejemplo, sobre el tabaco.

FIG. 95.—Tabaco de Virginia.

Una vez, pues, preparado convenientemente el terreno, se trasplantan á él las plantitas previamente sembradas en viveros especiales. Es preciso defender la planta contra las escarchas nocturnas, por lo cual el trasplante no se verifica generalmente hasta Mayo, mientras que la siembra tiene lugar en Marzo. Las plantitas deben haber echado la quinta ó sexta hoja antes de ser trasplantadas. Se las coloca de modo que cada una diste de las otras de un tercio á medio metro. En cuanto aparece, se corta el pedúnculo floral, é igualmente se podan las ramas laterales sobresalientes y los renuevos, pues lo que importa no es que haya muchas hojas, sino que sean gruesas.

Cuanto mayores hojas se quiere obtener, tanto más cortas deben dejarse las primeras ramas de la planta, y generalmente no se dejan más que de seis á diez hojas, á las cuales puede nutrir bien el vegetal, empleando en ello toda su vitalidad. Cuando las hojas comienzan á hacerse amarillas y á inclinarse, lo que se verifica primeramente en las que están más próximas al suelo, es señal de su madurez, que se inicia por lo general en Septiembre. Se recogen

primero las inferiores, después las más altas, con intervalos de dos á cuatro semanas, siendo las mejores las del centro del tronco.

Aunque en apariencia el cultivo del tabaco es cosa muy sencilla, requiere una atención constante por parte del labrador. El trabajo del suelo durante el crecimiento; el cuidado de que no caiga sobre las hojas ninguna sustancia dañosa, polvo, etc.; la sustitución de las plantas que se manifiestan desde un principio más atrasadas, por individuos más robustos; la poda de los pedúnculos florales y de las yemas; en una palabra, una multitud de observaciones y operaciones, hacen muy penosa la explotación del tabaco. Esta planta sufre entre nosotros menos que otras de insectos, gusanos y demás enemigos del agricultor, por efecto de la acritud de su savia. Sólo el no despreciable grillotalpa, el gusano de tierra y algunos caracoles sin cáscara, le causan daño; pero no es, ni con mucho, tan grande como el que produce en América el llamado *tobacco-worm* (gusano del tabaco), que es la larva de unas mariposas nocturnas muy bonitas que depositan sus huevos sobre las plantitas jóvenes. Entre los gusanos europeos, las mariposas nocturnas son también las únicas que, cuando no encuentran otra cosa mejor, se alimentan del tabaco.

En América no se practica siempre la recolección de las hojas con los cuidados necesarios, como sucede entre nosotros. No se hace allí distinción de las diferencias en el estado de madurez, sino que generalmente, y para acabar antes, se corta de una vez la rama, y sólo después, al coger las hojas, se hace una clasificación de ellas. Las hojas completamente maduras son amarillas; pero como las que han de formar la capa exterior de los cigarros deben tener un color más oscuro, las destinadas á este objeto se cogen antes de la completa madurez y se las hace adquirir el color que se desea por medio de la fermentación.

De un modo análogo, ó con muy pocas modificaciones, se cultiva hoy el tabaco por casi toda la Tierra, dentro de los límites de latitud antes indicados. Los principales Estados de Europa donde se cultiva el tabaco son el Palatinado, en Alemania, Francia, Holanda y Hungría (cuyo último país tuvo que importarlo del Oriente, pues el de las semillas americanas llevadas en tiempo de José II no se aclimató), Grecia y Turquía.

En el Asia Menor se encuentra una variedad de tabaco de flores muy lindas como plantas de adorno. La Siria produce un tabaco excelente; el de del *Missiri* es muy estimado por su delicado aroma. Con el nombre de tabaco *Latakia* circulan en el comercio numerosas variedades, que, sin embargo, no proceden de Latakia siempre; el legítimo de esta procedencia es de un color bastante oscuro. La China produce grandes cantidades, así como Manila y Java, donde se cultivan variedades de superior calidad, mientras que el tabaco que cultiva la Compañía de las Indias orientales y el de Ceilán se hallan entre las categorías inferiores. En Africa, particularmente en el inte-

rior, es muy general el cultivo del tabaco, así como la costumbre de fumar, y refiere Vogel que en la cabaña de un *vusgú* ó un *tubori* es cosa corriente la existencia de 25 á 30 kilogramos de tabaco.

América, la patria del tabaco, sigue siendo el emporio de su producción, tanto por lo que se refiere á su cantidad como á su calidad. Las mejores hojas, y la mayor parte de las variedades conocidas, proceden de los Estados tropicales del Sur y de las Indias occidentales. El más difundido es el tabaco de *Virginia*, que constituye una especie botánica propiamente dicha, pero que, por el cultivo, ha dado origen á innumerables variedades. Las colonias ó ingenios de James River envían á todo el mundo sus productos; las hojas grandes, delgadas y suaves, son particularmente apropiadas para rapé superior. Es también estimado muy especialmente el tabaco de primera de Maryland, con el que sólo rivaliza en bondad el tabaco de color amarillo brillante de las llanuras del Ohío. En Kentucky sobresalen las fábricas de Bremer, que producen un tabaco muy graso, oleaginoso y fuerte, que, del mismo modo que el tabaco de la Luisiana, Florida y Alabama, se destina más bien para rapé y para ser mascado.

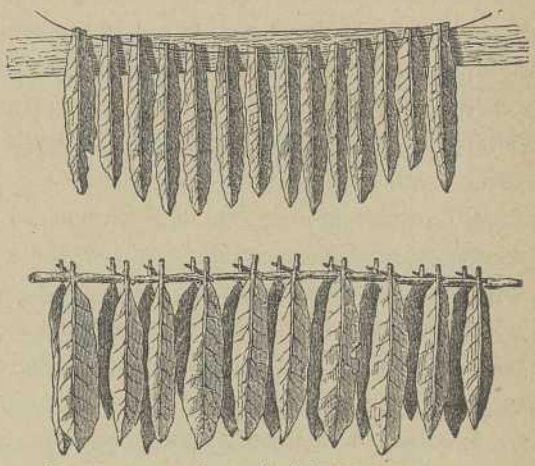
El *varinas* es hijo de la América del Sur; se cultiva en la provincia del mismo nombre, y no pueden competir con él ni el tabaco de hojas fuertes del Orinoco, ni el de Cumana, de color pardo claro, ni los tabacos de la Guayra y Curaçao. Lo mismo podemos decir del tabaco del Brasil, si bien es susceptible, por la magnitud de sus hojas y su buen aroma, de aumentar mucho la estimación en que se le tiene.

Pero la verdadera patria del tabaco la constituyen las islas de las Indias occidentales, y entre ellas particularmente la de Cuba. Aquí es donde crecen las variedades más excelentes, y se les concede una atención y cuidado como en Hungría á la cepa de Tokay, ó en el Rhin á la de Johannisberg.

Las plantaciones, llamadas *vegas*, se hallan todas en los valles, á las orillas de los ríos, y durante los meses de verano son regadas abundamente todos los días. Desde los semilleros, que están situados más en alto, se trasplantan los tallos jóvenes después del primer mes de la estación seca, que comienza con Septiembre. En Junio ya se encuentra el tabaco en parte maduro para cortarlo, pero se prolonga la recolección, como entre nosotros, largo tiempo, y muchas veces no termina hasta Marzo. Las ilusiones más hermosas con que puede hacernos soñar el humo de un buen cigarro, tenemos que agradecerlas á aquel generoso país; la clase superior es la de las regalías (de regalar) que se ofrecen á los huéspedes extraños, arrollándolas á mano en su presencia.

Antes de que la hoja de tabaco esté en disposición de poder formar cigarros de buen gusto y aroma, tiene que experimentar importantes modificaciones, que en parte comienzan inmediatamente, á partir de la recolección. En cuanto se han traído del campo las hojas, teniendo un cuidado especial de que

no sufran durante el transporte ninguna alteración, se las reune en serie, atravesándolas con un hilo bramante por medio de una aguja saquera para ponerlas á secar. Hay que tener, sin embargo, mucho cuidado de que no se toquen y compriman entre sí, porque en estos puntos de contacto no se desecan, como en el resto, y resultan de un color desigual; aparte de que las hojas que permanecen húmedas entran fácilmente en putrefacción. De modo que se ensartan dichas hojas unas á continuación de otras (fig. 96), y se cuelga la cuerda en un sitio aireado, seco y claro. Otras veces se unen cada dos por medio de un palillo terminado en puntas, que las atraviesa, suspendiendo el par sobre un palo delgado, por medio del travesaño (fig. 97). El lugar de la desecación debe ser claro, porque de otro modo las hojas conservan fácilmente un tono de color verdoso. En las grandes plantaciones de tabaco se tienen edificios especiales para la desecación. Tanto la lluvia como los rayos de un sol fuerte, actúan perjudicialmente, y deben evitarse.



FIGURAS 96 y 97 —Desecación de las hojas de tabaco.

Cuando las hojas han alcanzado un color pardo uniforme y su contenido en agua ha descendido hasta el límite apropiado (12 por 100), lo cual se reconoce porque los nervios de la hoja no muestran señal alguna de humedad al doblar ésta á su alrededor, ó bien en que una hoja comprimida con la mano tiende á volver á su forma primitiva, entonces, y siendo seco el tiempo, se recogen las cuerdas, y una por una se van amontonando cuidadosamente las hojas, formando montones de unos 60 centímetros de alto, encima de los cuales se ponen tablas y piedras, dejándolos algunos días bajo la influencia de esta presión. En seguida se las somete á una clasificación, reuniéndolas en haces separados, y después que cada uno de éstos se ha comprimido todavía otra vez, se les envía al comercio en sazón para sufrir una fabricación posterior. Los tabacos americanos llegan á nosotros en balas cuadradas dentro de pieles de vaca (*serones*), y este empaquetamiento es en aquellos países objeto de un comercio casi tan importante como el del contenido.

El precio del tabaco oscila dentro de límites muy distantes entre sí; depende, aparte del gusto, olor y combustibilidad, etc., de que se preste ó no á la fabricación de cigarros, y en el primer caso, de que se puedan hacer de él hojas de capa, ó sólo puedan utilizarse como tripa del cigarro mismo. Las buenas hojas para cigarros tienen un valor á veces séxtuplo que el del relleno procedente de

la misma planta, y mientras que la capa del Palatinado, Holanda ó Hungría puede comprarse en 100 ó 125 pesetas por quintal, las capas finas de la Vuelta de Abajo cuestan hasta 1.500 pesetas ó más por quintal. Una cosa análoga sucede con el tabaco picado; el tabaco dorado de Jenidge y Sarischaban, en Macedonia, alcanza un precio por quintal hasta de 1.000 á 1.250 pesetas, y en cambio las hojas de Silesia, ó de la Poznania, se fuman, aunque no muy á gusto, á unas 25 pesetas el quintal.

Ahora bien; como la preparación final del tabaco no tiene otro objeto que producir un cambio en su composicion química, se hace necesario, antes de ocuparnos de ella, decir algunas palabras acerca de los componentes más característicos del tabaco.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Las hojas del tabaco, como todos los demás productos del reino vegetal, constan principalmente de la llamada celulosa, prescindiendo del agua que contienen las hojas frescas en proporción hasta de 80 por 100, y en las secas todavía también en la de un 10 por 100. Aparte de la celulosa, que por sí misma ninguna acción ejerce sobre nuestro sistema nervioso y circulatorio, contiene el tabaco, entre las sustancias orgánicas, goma, compuestos nitrogenados, resina (verde y amarilla) y pequeñas cantidades de cera vegetal ó grasa, albúmina vegetal y, por último, como componente completamente característico, la *nicotina* y la *nicotianina*, ó alcanfor del tabaco. Las materias minerales contenidas en las cenizas se hallan constituídas principalmente por sulfato y fosfato de cal y sales de potasa; pero, además, el tabaco fresco contiene también malatos, que por la combustión se descomponen y transforman en carbonatos.

Entre todos estos componentes, ninguno tiene importancia comparable á la de la nicotina y nicotianina, que son las dos sustancias características del tabaco, las que determinan su acción fisiológica; y entre ambas, parece que es la nicotianina, ó alcanfor del tabaco, la que ejerce una influencia más directa sobre la bondad de las hojas de él, toda vez que á su presencia es á lo que se debe el gusto y aroma de las diferentes variedades, mientras que la nicotina sólo produce efectos narcóticos. Hablando, pues, en el lenguaje de los fumadores, diremos que de la proporción de nicotianina depende la delicadeza y suavidad del tabaco, y de la proporción de nicotina, su fortaleza; así, pues, si se consiguiera hacer que se desarrollara en la planta á voluntad aquella sustancia oleaginosa y aromática, se podría tal vez poner un dique al extraordinario encarecimiento de los cigarros suaves. Este interesante cuerpo, cuyas propiedades no son, por lo demás, completamente conocidas todavía, se

asemeja mucho, al parecer, á ciertas sustancias olorosas á las cuales se atribuye el aroma de la *Aspérula odorata*, el cumaron oloroso (*Dipterix odorata*), el meliloto (*Melilotus officinalis*) y otras plantas, y que contienen todas, como elemento común, la cumarina; es posible que ésta y la nicotianina sean también análogas. El cumaron y el meliloto se han empleado ya, desde hace mucho tiempo, para aromatizar el tabaco. La nicotina es uno de los llamados alcaloides ó bases orgánicas, es decir, que tiene la propiedad de formar, con los ácidos, combinaciones análogas á las sales. Está dotada de una acción narcótica muy enérgica, por lo que descansa también en gran parte, en su presencia, el valor del tabaco. Pero, por otro lado, existen ciertos productos de descomposición que si bien no están contenidos en las hojas frescas de tabaco, se desarrollan mediante la fermentación y los diferentes tratamientos á que se las somete, y cuyos productos tienen asimismo alguna participación en el valor del tabaco, pues también de ellos depende principalmente el aroma de sus diferentes clases.

La nicotina se halla contenida en muy distintas proporciones en las diversas clases de tabaco. En los flojos apenas si se encuentra un 2 por 100 del peso de las hojas secas, mientras que en las variedades francesas fuertes se ha encontrado hasta un 6 ú 8 por 100. Se puede preparar en estado de pureza mediante varias operaciones químicas complicadas, y entonces se obtiene en forma de un líquido incoloro, oleaginoso, de un olor desagradable á tabaco y de un sabor penetrante, acre y muy persistente. Está compuesta de carbono, hidrógeno y nitrógeno, y es volátil por el calor; de modo que desaparece con el humo del tabaco. Sus propiedades estupefaccientes y altamente venenosas son de todos conocidas.

La nicotina, una gota de la cual es suficiente para que el vapor desprendido de ella, á la temperatura ordinaria, haga dificultosa la respiración en una sala espaciosa, adquirió por primera vez importancia criminal con ocasión del conocido proceso Bocarme, en Mons (1851). Pero en las pequeñas cantidades en que la ingieren los consumidores de tabaco, sumen á nuestro cuerpo en un estado de suave somnolencia que permite al espíritu trabajar ó reposar á voluntad y sin obstáculos, y cuyo estado de agradable relajamiento en la tensión nerviosa y muscular les parece á los turcos como el vestíbulo de sus siete cielos. El uso excesivo del tabaco causa náuseas, vómitos, diarrea, temblor general, vértigos, movimientos convulsivos, sudores fríos y, si es continuo, dispepsia, padecimientos del hígado, y, en último término, tétano, catalepsia y la muerte.

Y, sin embargo, ¡en qué masa tan enorme se ofrece al cuerpo humano este terrible veneno en el tabaco, refiriéndonos al conjunto! Se calcula en 400 millones de kilogramos la producción total de la Tierra en tabaco; y suponiendo que éste contenga, por término medio, 2 por 100 tan sólo de nicotina,

la cantidad total de ésta, producida anualmente, ascendería á 8 millones de kilogramos. Pero admitiendo que se descompongan y queden perdidas las dos terceras partes de esta nicotina, por efecto del tratamiento que las hojas de tabaco experimentan antes del consumo, y que de la tercera parte restante se arroje todavía una mitad en los cigarros no consumidos hasta lo último, ó en el depósito de las pipas y boquillas, queda siempre aún una cantidad de más de 1.000.000 de kilogramos de nicotina pura, que es aspirada por la humanidad año tras año. Pues bien; esta cantidad, ingerida de una vez, sería más que suficiente para ocasionar una muerte segura á la población total del globo, y lo sería aunque ésta fuera el doble de lo que es.

Hay más: á pesar de distribuirse por el intervalo de todo el año, el uso del tabaco, traería consecuencias sumamente desastrosas si la nicotina se introdujera en nuestro organismo en una forma tal que llegara sin pérdida á penetrar en el torrente circulatorio. Pero nada de esto se verifica en la forma en que se usa el tabaco generalmente. Tal vez no llegue á la centésima parte del tabaco preparado para este uso, y que ya contiene una proporción mínima de nicotina, lo que sea retenido por la saliva y conducido hasta la sangre; todo lo demás desaparece con el humo. Unicamente los que mascan el tabaco no se contentan con estas cantidades tan moderadas.

Y tomada en estas dosis tan pequeñas, puede efectivamente hacerse agradable y hasta beneficiosa una sustancia que por su propia naturaleza hay que contarla entre los cuerpos más nocivos. En cuanto á la acción fisiológica del tabaco, claro está que ha de depender de la composición de su humo, y es fácil convencerse de que éste contiene, por una parte, los productos de la combustión completa, pero también cierto número de productos de una combustión incompleta de aquellas sustancias, que se hallan en las hojas preparadas del tabaco. Ahora bien; según ya hemos visto, aparte de los compuestos ordinarios, hidrocarbonados, celulosa, etc., existen también bases orgánicas nitrogenadas, las cuales, por la combustión, dan amoniaco; mientras que las primeras se transforman principalmente en anhidrido carbónico y agua. La producción de amoniaco durante la combustión del tabaco puede tomarse como medida de la cantidad de sustancias narcóticas contenidas en el mismo. Ninguno de los productos de la combustión completa (amoniaco, anhidrido carbónico y agua), es capaz de ejercer una acción narcótica propiamente dicha. Esta es más bien debida exclusivamente á los productos de combustión incompleta, á cuya categoría pertenecen también las sustancias aromáticas que determinan el perfume del humo del tabaco; y tal combustión incompleta, ó, en cierto modo, destilación seca, tiene lugar siempre, aun cuando el tabaco se queme libremente; pues en virtud de la volatilidad de las sustancias á que nos hemos referido, se sustraen á la acción de un calor más intenso en cuanto toman origen, lo cual sucede á una temperatura en la que

no pueden todavía entrar en combustión. Se ha encontrado en el humo del tabaco un gran número de compuestos volátiles que sólo en parte deben su origen á los primitivos componentes de la hoja de aquél; pues, por otra parte, proceden también de las adiciones que se le hacen en su fabricación para macerarlo y componerlo. Entre estos componentes del humo merece llamar nuestra atención el gas óxido de carbono, pues es posible que se le tenga que atribuir una parte de los efectos narcóticos que produce. Todos estos productos pirogenados son igualmente aspirados por el fumador de cigarros como por el fumador en pipa, si bien en este último caso en cantidad relativamente mayor, pues la cavidad de la pipa actúa completamente como una retorta, conservando el calor, y el débil acceso del aire exterior hace que la combustión no sea, ni con mucho, tan completa como en los cigarros. Por esta causa se explica por qué ciertas clases de tabaco que, fumados en pipa, son insoportablemente fuertes, en forma de cigarros producen una acción narcótica mucho menor. El tabaco turco, por ejemplo, puede ser fumado en cigarrillos por los fumadores más flojos, mientras que el mismo tabaco, fumado en pipa, se manifiesta considerablemente narcótico; y un cigarro, por muy flojo que sea, finamente dividido y en una pipa, se hace por completo intolerable, ó muy fuerte, como dicen los fumadores.

PREPARACIÓN DEL TABACO

El fabricante que se ocupa en la preparación de las hojas de tabaco tiene que atender tan sólo á dos cosas: la una, reducir hasta cierto grado la proporción de nicotina (sobre todo en las clases más inferiores de tabaco, en que es más elevada); la otra, aumentar el aroma y el gusto agradable del mismo. Con respecto á la primera, si bien encuentra poco apoyo desde el punto de vista científico que pudiera guiarle en su misión, la experiencia le ha permitido encontrar poco á poco un medio adecuado. Con esto consigue también, en parte, el segundo objeto; pues la fermentación, al mismo tiempo que produce una descomposición parcial de la nicotina, no sólo modifica los componentes nitrogenados del tabaco, que al arder huelen siempre desagradablemente, sino que, además, contribuye directamente á aumentar el aroma con la formación de nuevas sustancias dotadas de buen olor. En efecto; en las hojas frescas del tabaco se hallan contenidas en mayor cantidad las materias albuminoideas, cuyos productos pirogenados no huelen agradablemente, pero son destruídas por la fermentación; y la idea general de que los cigarros conservados son mejores que los frescos, tiene siempre su fundamento en que por el transcurso del tiempo una fermentación lenta reduce la proporción en que subsisten aquellos componentes perjudiciales al aroma. Por lo demás, se han propuesto tam

bién gran número de métodos para mejorar las condiciones del tabaco, y según Wagner, en su *Anuario sobre los progresos de la tecnología química para 1880*, sólo en este año se habían concedido patentes: por un tratamiento con oxígeno; por otro método con silicato potásico; por un revestimiento de los cigarros con colodio, y por otro revestimiento parcial con papel pergamino. La diosa de la Historia no tuvo á bien inscribir en sus tablas los nombres de los inventores.

De modo que inmediatamente después de la recolección se someten las hojas á una clasificación cuidadosa, en la que se separan las claras de las oscuras, las maduras de las verdes, las defectuosas de las que no lo son, etc. Generalmente se *despalillan* también al mismo tiempo, bien extirpando el nervio central con un cuchillo plano y afilado, bien valiéndose de dos hojas de cuchillo unidas fuertemente entre sí á la distancia del grúeso de dicho nervio, y sobre cuyos filos se hace pasar la hoja. Por lo demás, el *despalillado* se practica sólo con las clases finas; para los tabacos inferiores se contentan con hacer pasar las hojas entre dos cilindros próximos entre sí, con lo cual los nervios son aplastados, pierden su rigidez y se hacen más combustibles.

Cuando las hojas están preparadas y clasificadas de este modo, comienza el proceso químico. Se las humedece bien con un líquido previamente compuesto de un modo especial, ó también, antes, con una simple disolución de sal común en agua y se las acumula en un sitio caliente de temperatura uniforme, y aireado. Esta operación es conveniente hacerla en grande en el fondo de cajas obradas y cementadas. Con el agua salada se persigue el doble objeto de evitar la putrefacción, y al mismo tiempo, sobre todo en las clases destinadas á la preparación del rapé, comunicarle cierta higroscopicidad necesaria para que, atrayendo la humedad del aire, no lleguen nunca á convertirse en una masa pulverulenta y completamente seca. La sal, que es muy higroscópica, realiza de un modo conveniente este segundo fin; la proporción de humedad contenida puede ser hasta un 20 ó más por 100 del peso del tabaco.

El tabaco fuerte del país se somete previamente también á una *digestión*. Se colocan los haces de hojas amontonados en capas, dando á los montones una disposición semejante á la de las pilas para hacer carbón vegetal; los vértices de las hojas se colocan hacia el centro, y la parte del pecíolo hacia el exterior, cuidando además de que no quede entre ellas ningún intervalo considerable, sino que se superpongan todas lo más densamente posible. Mediante el calor, que durante las épocas de frío se sostiene siempre uniforme á cierta altura por medios artificiales, entran pronto las hojas en fermentación, por efecto de la cual se calientan todavía considerablemente. En el interior del montón, la fermentación y el aumento de temperatura son mayores que en las regiones externas; de aquí que para obtener un producto homogéneo se hagan pilas de uno á dos metros de alto de ancho, juntando diferentes clases de

tabaco, poniendo las hojas mejores en el centro y formando con las inferiores las paredes laterales.

Es muy conveniente atender cuidadosamente á las modificaciones que se producen en el interior del montón durante la fermentación. La elevación de temperatura no debe ser demasiado grande, pues en tal caso las hojas pueden adquirir fácilmente un color muy oscuro, sin que además se consiga la suavidad del aroma que se busca. Por esta razón se remueven también á veces los montones, de un modo análogo á como se practica con los de la malta, tratando de alcanzar por este medio la homogeneidad. Por lo demás, se puede interrumpir en un momento cualquiera la fermentación, separando las porciones más calientes y sometiendo á una rápida desecación los haces húmedos. Así se anula en cierto modo el fermento. En realidad, lo que hace es reposar para manifestar de nuevo su fuerza á la entrada del verano, del mismo modo que el vino en los toneles comienza á efervescer cada vez que florecen las cepas, por más que haya tenido ya lugar la fermentación activa. Todavía pueden sufrir las hojas una fermentación lenta y seca durante su conservación, y es efectivamente cosa sabida que el tabaco gana con la edad hasta cierto límite de tiempo. Pero también hay algunas clases que hacen excepción, y son como muchos vinos, que sólo pueden beberse jóvenes, pues tienen mejor gusto inmediatamente después de la fermentación.

Unas veces después, y otras antes de la fermentación, se someten las variedades que han de enviarse á largas distancias, á la operación del *frotamiento*, que consiste en frotar suavemente el obrero con su mano las hojas grandes, apoyadas, bien sobre sus rodillas, bien sobre una mesa, y luego las superpone exactamente de modo que se correspondan entre sí los nervios centrales. Cada 16 próximamente de estas hojas forman un paquete, que se ata muy bien con un hilo y se comprime entre dos tablitas delgadas.

TABACO DE FUMAR

La parte mayor, con mucho, del tabaco, se fuma, bien en forma de rollos ó puros, bien en forma de tabaco picado para pipas y cigarros. Así, pues, no es por puro capricho por lo que nos fijamos en primer término en la preparación del tabaco para fumar.

Lo primero que tiene que hacer el fabricante es una clasificación repetida y lo más completa de las hojas, pues la diversidad de los productos comerciales procedentes de mil lados, designados con nombres diferentes y con precios también muy diversos, tiene su origen, más bien que en la heterogeneidad de las plantas, en la condición de la hojas, esto es, si están bien formadas, bien maduras, bien secas, lo cual resulta de las operaciones ó tratamientos an-

teriores, y por esto se hace necesario una escogida de las buenas, de entre las que no lo son tanto. Los cultivadores mismos del tabaco no suelen reparar en tanto detalle, y fuman sin más ni más las hojas secas; los habitantes de Panda, en la costa occidental de Africa, fuman también las hojas secas de la *Adansonia;* pero esto no puede servir de guía para nosotros. Nuestro educado gusto exige que el tabaco sufra una elaboración más profunda. Del mismo modo que

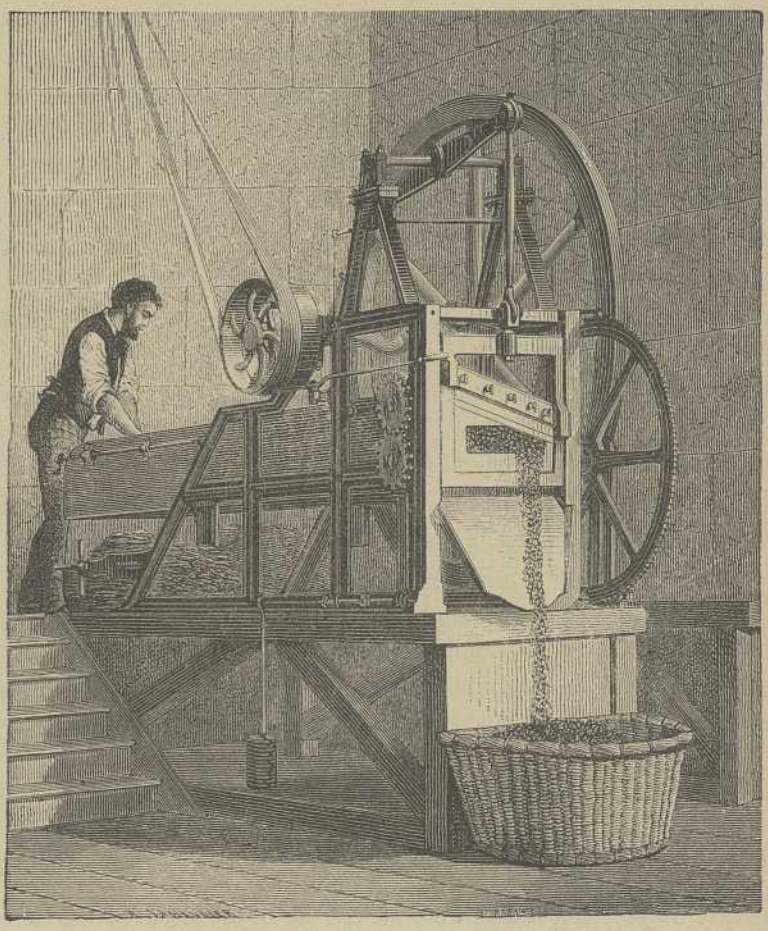


FIG. 98.—Máquina para cortar la picadura.

los chinos perfuman su té, así los fabricantes de tabaco añaden á las hojas de éste varias sustancias destinadas á aumentar su sabor y gusto. Tomándolo de otra parte, se ha dado á esta adición el nombre de *salsa*, mientras que la operación de la *maceración* parece que se refiere á un fin menos delicado para las impresiones de nuestros sentidos.

La preparación de la salsa constituye en casi todas las fábricas un secreto escrupulosamente guardado. Extractos de pasa, de ciruela, regaliz, disoluciones de azúcar, miel, jarabe de frambuesa, vino de Francia, y hasta Málaga y

otros, etc., etc., se emplean en las mezclas más variadas para favorecer la fermentación. Para aumentar el aroma sirven también las bayas del enebro, té y especies como anís, hinojo; ó resinas de olor agradable, como estoraque, vainilla, benjuí, lentisco, etc.; en una palabra, si se leyeran todas las recetas, se tendría que pasar revista á todos los productos del reino animal y vegetal, pues no hay uno que no se haya encontrado en alguna salsa de tabaco, sólo que el olor fuerte y empireumático de algunos cigarros y la aparición desagradable de algún pelo más ó menos negro, nos enseña que los fumadores se encuentran también á veces con sustancias que no son completamente de su gusto.

La salazón ó maceración de las hojas de tabaco tiene lugar, bien sumergiendo los haces en el cocimiento, ó bien rociándolos con éste de vez en cuando. Entonces se someten de nuevo á una fermentación, si bien á veces se enlaza esta operación con la fermentación primera, que tiene lugar inmediatamente después de la recolección. Con esto queda preparado el tabaco para fumar, pues en cuanto ha avanzado bastante dicha fermentación, no queda que hacer otra cosa más que cortar las hojas y secarlas si se destinan á tabaco en rama, ó bien se las arrolla cuando se quiere construir con ellas trenzas, ó bien, por último, se las transmite á los fabricantes de cigarros, cuya labor es también puramente mecánica.

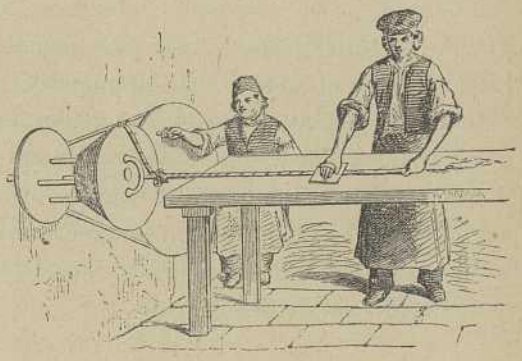


Fig. 99.—Torno para el tabaco en soga.

La división de las hojas se practica por medio de cuchillos completamente análogos á los que se emplean en la agricultura para segar las hierbas; en las grandes fábricas se utilizan aparatos especiales, que se ponen en movimiento por una fuerza mecánica (fig. 98).

En las fábricas francesas, donde se elaboran masas muy considerables de tabaco, semejantes máquinas, construídas con gran sencillez é ingenio, consisten principalmente en dos telas sin fin, en virtud de cuyo movimiento de sentido contrario comprimen las hojas colocadas entre ambas, y las van poniendo delante de la cuchilla en forma de un haz bastante compacto. La cuchilla actúa, por lo general, de arriba á abajo; sin embargo, recientemente se ha hecho bastante común también el uso de cuchillos circulares. Para que quede hecha la picadura, no resta sino pasar el tabaco, así partido, por una serie de cilindros de hierro calientes, con lo cual las hojitas se contraen y pliegan juntas, adquiriendo ese aspecto acrispado que en ciertos tabacos es tan estimado. Sin embargo, ningún tabaco sufre esta elevación de temperatura sin que desmerezca algo en su bondad.

También es bastante sencilla la operación por la cual se hilaba el tabaco en forma de cuerda: las hojas se hacían más flexibles humedeciéndolas con agua, y se ponían en el interior del rollo las hojas peor partidas, formando la cubierta externa con las que estaban mejor conservadas. El extremo del cordón se hacía con la mano; pero luego, para seguir arrollándolo, se utilizaba una especie de torno de hierro horizontal, que se ponía en rotación por medio de una polea y una correa sin fin. En uno de los extremos de esta correa había otra rueda de manubrio, y en el centro de la primera una doble asa en forma de una *S*, que hacía girar al rollo de tabaco alrededor de su propio eje. El operario iba extendiendo las hojas, unas á continuación de otras, distribuyendo sobre ellas el material destinado á llenarlas, y mediante la rotación del torno se iban uniendo entre sí, formando un todo bastante consistente. La cuerda tejida se iba arrollando sobre unas aspas, y después se secaba y comprimía. Estos rollos eran, hasta hace menos de treinta años, la forma usual en que circulaba el tabaco en el comercio europeo. Sólo en América y en los pueblos que, como España, se hallan en relación directa con las colonias americanas, se había importado ya anteriormente la costumbre primitiva de fumar el tabaco en forma de cigarros, que después, abriéndose cada día más camino, ha dado origen á una rama industrial de suma importancia. En la actualidad, todas las otras formas de tabaco distan mucho de poseer el interés comercial de los cigarros.

LA FABRICACIÓN DE CIGARROS

Fué iniciada en Alemania por el fabricante Schöttmann, quien mientras en Francia daba la Revolución rienda á las pasiones más sanguinarias, estableció el nuevo tratamiento industrial de esta narcótica hierba en Hamburgo, el año 1788. Más tarde Bremen, uno de los principales mercados de la materia primera, siguió el ejemplo de Hamburgo, y sólo desde hace unos cuarenta años ha tenido que reconocer como rivales á Leipzig y Berlín. En Austria y en Francia el comercio del tabaco es un monopolio del Gobierno, y, por tanto, también es empresa de éste la fabricación de los cigarros. A pesar de su grandiosa organización, no puede, sin embargo, producir siempre las cantidades necesarias, y con frecuencia se reciben en las fábricas de la Unión aduanera alemana pedidos considerables de cigarros para la región austriaca.

Los números que se ofrecen á nuestra consideración en esta rama de la industria son enormes, y no deja de ser interesante el conocimiento de algunos pormenores, como, por ejemplo, cuántos miles de cigarros se fuma diariamente una gran ciudad como Hamburgo, qué capital representan, á cuánto asciende la suma tirada al suelo en las colillas, etc., etc. Pero tales considera-

ciones han sido ya presentadas en tan varias formas, que nosotros preferimos emprender, con nuestros amables lectores, una excursión á través de la fábrica para sorprender el desenvolvimiento gradual de esta entidad, tan poderosa como humilde en la apariencia. Hemos dicho desenvolvimiento en sentido figurado; porque, en rigor, el envolvimiento es la operación principal en la formación del cigarro.

Si en esta excursión nos agregamos á una bala de tabaco que proceda directamente de la plantación ó del mercado, lo primero que encontramos á nuestro paso es el almacén donde se depositan en pilas las diferentes clases ó variedades recibidas. En otra habitación se las clasifica, pesa, mezcla y distribuye, según los casos; en efecto, en cada cigarro no entra tabaco de una sola clase, sino que sus diferentes partes (el relleno ó tripa, la hoja que envuelve á la primera, y la capa exterior, por último, que es más lisa y da al cigarro una forma elegante), se hacen, por lo general, si no con especies distintas de tabaco, al menos con diferentes clases de hoja. Las hojas grandes, homogéneas y lisas, son buscadas para la capa; y como quiera que escasean mucho más que las aprovechables para el relleno, su precio es con frecuencia doble, ó más, con relación al de éste, aunque se trate de una misma especie de tabaco. De aquí la gran ventaja que ofrece un operario que con una pequeña cantidad de capa sepa hacer gran número de cigarros.

Pero donde encontramos la mayor parte de los operarios es en las salas especiales, llamadas de labores y de hilados, sentados en largas filas. Cada uno tiene ante sí una mesita propia, ó bien una porción de la gran masa común de trabajo, limitada por unos listones. En el borde anterior de la mesa hay lavado un trozo de tela, cuyo extremo libre se ata el operario á modo de delantal para recoger los residuos del tabaco en la especie de saco así formado. Además, pertenecen también á su equipo un tablero de madera blanca y un cuchillo encorvado en forma de sable, y afilado, que sirve para el apresto de las hojas previamente humedecidas.

El despalillado es también aquí una de las primeras operaciones. Los residuos que quedan del apresto de las hojas destinadas á capa (á excepción de las costillas ó nervios de la mismas) se elaboran para el relleno, y las hojas destinadas para tripa se secan en un sitio aireado, pues si se envolvieran húmedas, los cigarros no aspirarían, es decir, no darían paso al aire. A las hojas exteriores, así como á la capa, se las deja, por el contrario, cierta humedad, con objeto de que sean flexibles y se presten á una conformación elegante del cigarro. Las capas se cortan á lo largo de la hoja entera de la planta; después se superponen cortadas y se comprimen entre unas tablitas cargadas con pesos. Para el corte se utilizan cuchillos circulares adecuados, y generalmente se encomienda á mujeres esta labor. Las partes de la hoja que sólo ofrecen una capa defectuosa, se destinan á la envoltura interna.

Por más que parezca sencilla la labor restante, la verdadera formación del cigarro, que no consiste, en rigor, más que en coger una cantidad suficiente de tripa ó relleno, arreglarlo con la mano para que sea algo más gruesa la masa en el centro, envolver ésta en las hojas previamente escogidas para este objeto y acabar de darle forma, arrollándole en uno y otro sentido sobre el tablero, exige, sin embargo, una gran destreza. Cualquiera error, por pequeño que sea, en la medida de la cantidad, sumado consigo mismo miles de veces, constituye masas nada despreciables, que podrían influir sensiblemente en los precios. Una pequeña presión en más ó en menos al arrollar los cigarros los hace defectuosos, pues ó no arden con facilidad, ó bien difieren de

Fig. 100.—Corte de las capas.

los demás por su forma. No menos habilidad exige la operación de cubrirlos con la capa; la cual consiste en una larga cinta y se adapta en espiral alrededor del cigarro, de modo que lo envuelva por todas partes, y aun que se superponga á sí misma en cuanto sea necesario para evitar que pueda penetrar el aire por entre las junturas. Los nervios deben hallarse hacia el exterior, y hacia la parte inferior é interna el extremo más delgado, por lo que las hojas tienen que colocarse unas veces de derecha á izquierda, otras de izquierda á derecha, según que hayan sido cortadas de uno ú otro lado del nervio central. La punta del cigarro se cierra haciendo girar á éste entre los dedos. Una vez así elaborados, se cortan de modo que queden de la misma longitud, y pasan á una estufa ó habitación para desecarlos, que en verano esté bien aireada y en invierno se pueda calentar artificialmente. Después se los clasifica por el color y la forma y se los empaqueta, estableciéndose, por último, diferencias de precios entre las diversas clases de tabaco, que con frecuencia están

fundadas más bien en el aspecto exterior que en la naturaleza del tabaco contenido.

Por más que, en cuanto á la cantidad, la fabricación europea de cigarros ocupe el primer puesto, siempre es considerada indiscutiblemente por los fumadores la isla de Cuba como el paraíso, en cuanto á la bondad del producto. Se podrá decir lo que se quiera, pero los cigarros importados de la Habana no pueden ser igualados por ninguna fabricación europea, aun cuando se empleara para hacerlo exactamente el mismo tabaco. Efecto de un nuevo humedecimiento de las hojas, que se hace necesario por consecuencia del resecamiento que sufren éstas durante el largo transporte marítimo, á través de regiones muy cálidas, y tal vez efecto de ese mismo resecamiento, se modifican las hojas y no hay necesidad de más para explicar la desaparición de los finos matices que caracterizan al tabaco habano.

FIG. 101.—Operación de envolver el cigarro en la capa.

Los cigarros habanos suelen circular en el comercio como de primera, de segunda y de tercera clase. Los primeros proceden de las hojas más finas y tiernas, y sobre todo están elaborados con la mayor escrupulosidad y delicadeza; de entre ellos los más intachables constituyen la *flor*. Los de segunda no son ya tan perfectos; y, por último, los que restan en la escogida, constituyen la clase tercera. Hoy día se ha adelantado también en esto, y ya no se designa ninguna clase bajo el nombre de flor fina, sino que se han introducido con tal objeto palabras más elegantes, como *selectos*, *especiales*, etc., etc.

Por el color se distinguen cuatro clases principales: *maduro* ó *dark brown; good brown* (el más oscuro); *colorado* ó *fine brown; superfine brown* (el pardo); *colorado claro* y *claro* ó *light brown* y *fine light* (el pardo claro y muy claro), y, por último, el *amarillo* y *pajizo*, ó *yellow* y *light yellow*. Estos cuatro colores se combinan en los tonos más variados, de modo que se pueden muy bien admitir 70 ó más coloraciones diferentes de los cigarros y otras tantas denominaciones correspondientes que se encuentran también en la fabricación europea.

Por su forma se distinguen también otras tantas variedades: *comunes Londres* (destinados á esta capital, y pequeños, pues en Inglaterra se aprecian y pagan los cigarros por el peso); *trabucos* (delgados por arriba y anchos por abajo, y llamados así del antigua arma del mismo nombre); *trabuquillos* (algo menores); *cilindrados* (un poco más cortos). Los *óperas*, *entreactos*, *damas*, *lady cigars*, son las formas más pequeñas, mientras que las *regalias*, cubiertas con las más hermosas hojas de la Vuelta de Abajo, son bastante grandes, etc., etc.

Los cigarreros de la Habana tienen una habilidad especialísima. La tripa, en los cigarros legítimos, consiste en grandes hojas arrolladas en común y sujetas con una sola brida, mientras que las imitaciones llevan, generalmente, tres ó cuatro, y la capa, que es muy fina, forma una superficie redonda intachable y elegante. Unicamente los cigarros de los ingenios (*vegueros*), que se elaboran en las mismas plantaciones, y que antes abundaban menos en el comercio ,se distinguen por su forma tosca descuidada; pero, en cambio, se escogía para ellos generalmente el mejor tabaco; de aquí que el consumidor despreciase de buen grado lo defectuoso de la cubierta, pues tenía la confianza de encontrar bajo ella un núcleo exquisito, cosa que valía más sin duda. Pero los especuladores se han aprovechado de esta observación, y muchos cigarros vendidos después como de ingenio tienen tan mal gusto como vista.

Los cigarros de Manila difieren también algo por la forma, y su capa se halla extendida á lo largo, y fija mediante un jugo gomoso y narcótico.

A más de estos cigarros (puros entre nosotros), se han abierto en Europa un ancho campo, en los últimos veinte años, los cigarrillos de papal, por más que, aunque los apasionados no quieran convencerse de ello, lo que llega á nuestra boca por la combustión de esta mezcla de tabaco, papel y Dios sabe qué, es un aroma ilusorio.

Esta forma, que consiste en envolver el tabaco picado, no ya en una capa de la misma sustancia, sino en una hoja de papel, la cual va quemándose con el tabaco, y desarrolla en más ó menos cantidad, según su clase, todos los productos breosos y empireumáticos propios de la lenta combustión del papel, se ha extendido en Europa principalmente por el deseo de poder fumar, sin necesidad de pipa, ciertas clases de tabaco, particularmente el turco, ruso, húngaro y del Asia Menor, cuyas hojas no se prestan á la elaboración de los cigarros puros ordinarios. Por lo demás, la costumbre es entre nosotros muy antigua, tal vez más que la de los cigarros puros, y procede, probablemente, de Méjico. La marca más acreditada de picadura habana es la de la fábrica "La Honradez„.

En el resto de Europa los cigarrillos más en boga son los turcos y rusos, que contienen tabaco oriental, picado, ó, mejor dicho, cortado en hebras, y se hacen industrialmente en numerosas formas y variedades. De ello puede dar fe

José Juppmann, que fundó, bajo la marca "Laferme„ varias importantes fábricas de cigarrillos en Rusia, y otra en Dresde á principios del año 60. Actualmente se fabrican en todas partes, y, lo que es peor, se fuman.

RAPÉ

La fabricación del rapé no tiene, como rama de industria, una importancia tan general como la de los cigarros, pues por su propia naturaleza no puede practicarse más que en muy grande escala. En cambio, la gran difusión del producto nos obliga á conceder gran interés á su preparación.

No siempre satisfacen á las exigencias de este género de preparación las hojas que para la fabricación de cigarros son, sin embargo, excelentes. Ante todo, para que se presten dichas hojas á la preparación del rapé, tienen que estar sanas y en un estado de madurez uniforme; deben caracterizarse por una constitución grasa y al mismo tiempo consistente. De aquí que se elijan para este fin clases de tabaco completamente especiales; pero al mismo tiempo se toman de otras variedades únicamente las hojas inferiores más fuertes y que se manifiestan apropiadas por su color oscuro; también se refuerza el tabaco flojo mediante el conveniente abono animal de la planta, ó bien las hojas ya recolectadas se someten á la influencia de ciertos líquidos cáusticos, á los cuales se añade el extracto de otras hojas. Uno de los principales cuidados es la escrupulosa elección de las hojas para hacerlas más y más homogéneas; pero todavía tiene más importancia la maceración, que es el verdadero nervio de la fabricación del rapé, hasta tal punto, que algunos grandes establecimientos deben única y exclusivamente su razón de ser á las recetas que sólo una persona conoce, pero cuya aplicación estricta se practica con una consecuencia á toda prueba.

Después que las hojas han sido maceradas, bien por repetidas irrigaciones con el misterioso elixir, bien por inmersión en el mismo, etc., se abandonan á la fermentación, que en cada fábrica es también conducida y favorecida de un modo completamente diferente. Unas veces se dejan fermentar las hojas enteras; otras se trituran previamente, reduciéndolas á un polvo grueso ó se parten en tiras; en unos casos se distribuye el tabaco en pequeños montones, en otros se pone todo en un montón, que á veces contiene hasta 1.000 quintales, como sucede en la manufactura de tabaco francés en París. Cuanto mayor es la masa que debe fermentar, tanto más tiempo ha de durar la fermentación; así, mientras una pequeña porción, en el verano, queda corriente en cuatro ó cinco días, la fermentación de los grandes montones hechos en Francia, dura, generalmente, de cinco á seis meses. Esta fermentación lenta ofrece siempre un producto mejor que la rápida.

Lo más característico es la llamada fermentación de las *carotas*, que se sostiene durante el transcurso de algunos años. Las hojas, después de maceradas, se agrupan, formando las llamadas *muñecas*, cada una de las cuales contiene de uno y medio á dos kilogramos de tabaco, constituye un conjunto compacto, de poca longitud y en forma de huso, es decir, algo más grueso en el centro, donde se ponen las hojas más pequeñas, y adelgazado hasta terminar en punta por ambos lados. Se puede comparar su estructura con la de la tripa de los cigarros, pues el material se ordena de un modo análogo; sólo que, en el caso que nos ocupa, sirve como capa un pañuelo de hilo, apuntado, que se adapta cubriendo todo el muñeco, y luego se rodea con hilo bramante bien apretado. De este modo se separa de las hojas el líquido del baño, impidiendo al mismo tiempo el contacto con el aire. El tabaco es fuertemente comprimido en las carotas, pues tiran con gran fuerza de las cuerdas unos tornos con aspas, empleados con tal objeto.

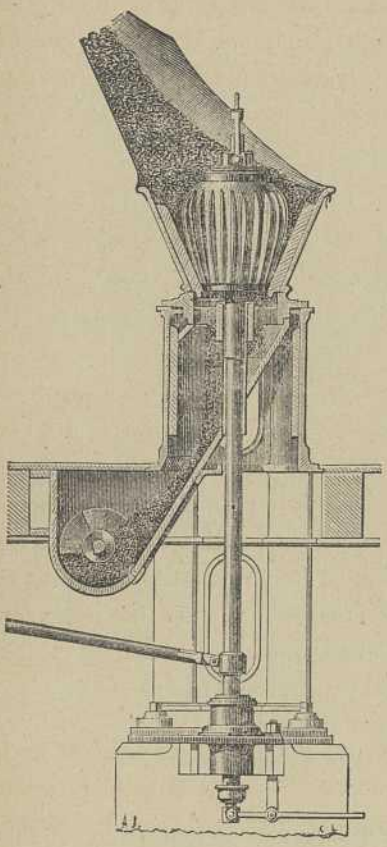


FIG. 102.
Aparato para moler el tabaco destinado á rapé.

Después se deja reposar las carotas durante algunas semanas, y se desarrolla una fermentación muy lenta, por consecuencia de la cual desaparecen la humedad y algunos productos volátiles; sin embargo, con objeto de que entretanto pueda actuar con uniformidad el líquido macerador que todavía resta, se suelen invertir de vez en cuando.

Después de dos ó tres semanas se afloja el bramante y hay que arrollarlo más fuertemente á medida que se va humedeciendo el paño de la envoltura; pasadas otras tres semanas se quita ya ésta, se atan fuertemente las carotas con bramante sólo, se empaquetan en cajas y se almacenan en un espacio oscuro y de una temperatura y humedad uniformes, de donde se extraen á medida que lo exige la demanda. En esta forma pueden conservarse durante muchos años, ganando siempre en bondad; sin embargo, no en todas las fábricas es dable mantener amortizado un capital tan considerable como el que esto supone; el interior de las carotas se mantiene perfectamente blando, de modo que puede cortarse como la manteca. En caso de necesidad, á los seis ú ocho meses están ya en disposición de someterse á la

trituración para hacer el rapé, como se llama al producto de la pulverización de esta clase de tabaco.

La división se consigue de muy diversos modos. Se emplean unas veces aparatos que consisten en varias hojas grandes de sierra, puestas unas al lado de las otras, y entre las cuales cae el polvo procedente de las carotas, que son paseadas á frotamiento por encima de aquéllas; otras se utilizan molinos especiales, que suelen parecerse á los molinos de café. La fig. 102 representa uno de estos aparatos; en una caja en forma de embudo, gira, como en los molinos de café, una nuez provista de aristas cortantes, verticales, que trituran finamente el tabaco, que, dividido de un modo tosco, entra por encima del embudo, cayendo luego el polvo fino en un recipiente situado debajo. Desde aquí es conducido, por medio de una rosca de Arquímedes, hasta un departamento, donde se le empaqueta. En otros casos se tritura el tabaco por medio de cuchillos pesados, que caen de cierta altura; por último, se usa también para las clases más finas una especie de guillotinas, que ofrecen la ventaja de que el tabaco no experimenta con ellas ningún calentamiento sensible, cosa que perjudica á sus buenas cualidades. En las grandes fábricas se tritura también el tabaco entre piedras giratorias, como indica la fig. 103.

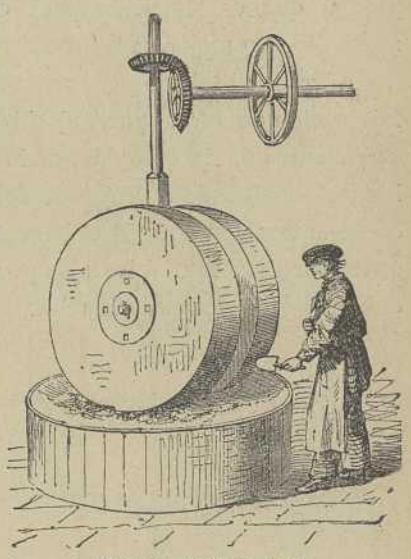


FIG. 103.—Molino de rapé.

En los tiempos modernos, en que siempre se tiende á una circulación lo más rápida posible del capital, se ha intentado, aunque con poco éxito, la sustitución de la fabricación penosa de las carotas por otros medios. El desenvolvimiento pausado del aroma, la descomposición gradual de la nicotina y de los demás componentes nitrogenados de la hoja del tabaco, ofrecen productos completamente diferentes de los que se originan en una fabricación rápida. Y aunque la balanza del químico no ha comprobado todavía estas diferencias, nuestro olfato es un reactivo sobrado sensible para que se tenga que renunciar á sus enseñanzas, siquiera se le opongan los más convincentes argumentos teóricos.

En la preparación del tabaco de rapé, sobre todo, se hallan envueltos en la mayor oscuridad los fenómenos químicos que la acompañan, pues los recelosos fabricantes han privado á los químicos de toda ocasión para echar una mirada, siquiera fuera superficial, sobre los procedimientos empleados y las circunstancias que los acompañan. Juntamente con una descomposición parcial de los principios nitrogenados, parece ser que juega un papel importante,

como causa del olor fresco, aromático y agradable, la formación de ácido acético y algunos éteres del mismo.

Con objeto de que el tabaco, picado ó molido, pueda conservar su humedad, se le impregna á veces, antes de empaquetarlo, con diversas tinturas especiales.

Después se coloca, bien apretado, en barriles ó en paquetes, que se revisten con gutapercha, papel encerado, pergamino ú otras sustancias impermeables. En ningún caso debe hacerse uso, para el empaquetado, del papel de plomo, pues por la acción de las materias ácidas contenidas en el tabaco comienza pronto á disolverse, con lo cual el consumidor ingiere luego cierta cantidad de plomo, que es suficiente para originar deplorables accidentes de envenenamiento. Lo mejor para transportarlo es emplear botellas de loza vidriada.

Acerca del tabaco para mascar, muy poco nos queda que decir, pues su fabricación no ofrece particularidad alguna, sino que abraza los mismos procedimientos de la escogida, de la maceración, de la fermentación, etc., que hemos consignado á propósito del tabaco para fumar y para rapé. El misterio consiste también aquí en el baño empleado para la maceración; pero los fabricantes ocultan esto á los ojos profanos con el mismo celo con que se guardaban las fortalezas de Eleusis.

PRODUCCIÓN DEL TABACO

El consumo de tabaco ha aumentado siempre en el transcurso de cada año, lo cual demuestra, mejor que nada, la importancia de la demanda, que, á pesar de la considerable producción, ha conducido, por último, á un encarecimiento de la primera materia, que en modo alguno se halla en relación con el natural aumento de precio de otros artículos de consumo. Los mismos fumadores pueden convencerse por sí solos de lo dicho, si tienen bastante edad para poder comparar lo que les costaba un habano hace veinticinco años con lo que hoy pagan por uno de igual clase.

A todo esto hay que advertir que la producción total de tabaco en la Tierra es sumamente enorme.

Se puede calcular para el Asia, en conjunto, en unos 155 millones de kilogramos, quedándonos probablemente muy atrás con respecto á la realidad; Europa aporta 141 millones; América, 124; Africa, 12, y Australia medio millón de kilogramos, lo que da un total de 432 y medio millones de kilogramos, haciendo sólo un cálculo aproximado.

En los países de los cuales se tienen en cierto modo datos verídicos, la producción alcanza las siguientes cifras:

	Quintales.
Italia	70.000
Austria	90.000
Hungría	800.000
Alemania	750.000
Holanda	120.000
Bélgica	10.000
Francia	500.000
España	10.000
Dinamarca	2.000
Suiza	5.000
Rusia	150.000
Rumanía	12.000
Turquía	350.000
Grecia	30.000
América del Norte	2.500.000
Cuba	200.000
Puerto Rico	40.000
Santo Domingo	100.000
Brasil	250.000
Nueva Granada (Colombia)	80.000
Ecuador	5.000
Venezuela	5.000
Islas Filipinas (Manila)	100.000
Java y Sumatra	150.000
Total, quintales	6.329.000

Tal vez debe equipararse á este total la producción de todos los países restantes, de suerte que vendría á ponerse en juego, como producto total, la suma de 12 millones de quintales cada año.

Antes de la guerra cultivaba Francia como medio millón de quintales de tabaco por año, en 1866: 24.402.000 kilogramos; pero además importaba cantidades considerables de hoja, con la que se preparaban unos 8 millones de kilogramos de rapé, 1.161.000 kilogramos de tabaco en cuerda y para mascar, y 18.822.000 kilogramos de tabaco para fumar; y con éste 13.734.000 cigarros de primera calidad, 45 millones de segunda (á 10 céntimos), 737 y medio millones de tercera calidad (á 5 céntimos), y, por último, 7 millones de cigarrillos. En Argel la producción de tabaco se elevó en los años 1844 á 52, desde 23.469 hasta 1.783.536 kilogramos.

Las grandes fábricas de tabaco de París produjeron en el año 1862:

	Kilogramos.
Tabaco de rapé	200.000
Tabaco para fumar	3.146.000
Idem para mascar	200.000
(Cigarros ordinarios.)	
Cigarros de 5 y 10 céntimos	490.000
Cigarrillos	6.800
Otras clases	160.000
Total, kilogramos	4.202 800

Además de las de París, existen fábricas análogas también en Lille, el Havre, Dieppe, Lyon, Marsella, Niza, Tolosa, Strasburgo, Chateauroux, Tonneins, Burdeos, Morlaix, Nantes, Metz y Nancy. Dos de éstas, las de Strasburgo y Metz, cayeron en manos de los alemanes en virtud del tratado de paz; pero en las circunstancias actuales no es su estado muy floreciente. El tabaco está monopolizado en Francia por el Estado, para el que constituye una fuente considerable de ingresos, que además grava el producto con numerosos impuestos. Mientras en Francia lo recaudado por este concepto se elevó á cerca de 160 millones de francos en el año 1859, á 236 millones en el de 1865, á 242 millones en 1867, y, por último, á 246 en 1869, en Austria la recaudación por el impuesto sobre el tabaco no importó en 1870 más que 45 millones de florines (112 y medio millones de francos); en Rusia, 7 millones de rublos (25.200.000 francos); en Inglaterra, 6 millones de libras esterlinas (50 millones de francos), y, finalmente, en el Norte de América, unos 19 millones de dollars (98 y medio millones de francos), cuyas cifras suscitaron en Alemania el deseo de poseer un manantial análogo de ingresos para el tesoro público.

En el año 1878 existía plantado el tabaco en una extensión de 18.006 hectáreas dentro del territorio alemán; de ellas se recolectaron 596.776 quintales de hoja seca, en la siguiente forma:

	Quintales.
Palatinado	233.218
Alsacia y Lorena	87.665
Alto Rhin	67.720
Ukermark	81.879
Nuremberg	19.702
Otros territorios	107.592

Importado:

Hojas de tabaco sin elaborar	1.678.855
Pies de planta	231.744
Tabaco para fumar en ruedos	4.827
Carotas y otras formas	8.321
Tabaco para mascar	801
Cigarros	14.870
Tabaco de rapé	513

Un cálculo aproximado del consumo de tabaco con relación á su costeen el territorio alemán, arroja para el mismo año las siguientes cifras:

	Pesetas.
Tabaco para fumar	117.062.500
Tabaco de rapé	25.712.500
Idem para mascar	1.375.000
Cigarros	297.100.000
Total, pesetas	441.250.000

En el año 1877 se fabricaron y vendieron en el territorio alemán unos 2.000 millares de cigarros, con un precio medio de 31,50 pesetas el millar, y

unos 3.000, á razón de 53 pesetas. Además se fabricaron y exportaron 159.000 millares de cigarros con un precio medio de 37,50 pesetas. Se importaron 100.000 millares á razón de 100 pesetas por término medio. Se consumieron, pues, en total 1.641.378 quintales de tabaco, que importaron 3.750.000 pesetas, lo que da por cabeza 3,88 libras y 8,84 pesetas.

EL OPIO

La China es el pueblo de los refinamientos por excelencia. Apenas puede encontrarse una forma del placer que no sea conocida por los chinos; pero, sobre todo, del uso de los narcóticos se hace entre ellos un verdadero derroche. Fumar tabaco es tan general en China, que se ven muchachas hasta de ocho años con la pipa en la boca, y otro tanto sucede con el uso del opio. Existen establecimientos especiales destinados á ello, ni más ni menos que nuestras tabernas para el vino, donde, el que no tenga ya los nervios embotados, puede proporcionarse por unos 15 céntimos la embriaguez más deliciosa. Por lo demás, el uso del opio no está limitado á la China; antes al contrario, se halla mucho más difundido de lo que generalmente se cree, y cuenta en la misma Europa algunos partidarios.

Como sabe todo el mundo, el opio no es otra cosa que el jugo (condensado) que fluye de las adormideras á medio madurar (fruto del *Papaver somniferum*) por una incisión practicada mientras las semillas son todavía blancas ó amarillas. Es una masa parda, untuosa, de sabor amargo, repugnante y persistente, y se obtiene principalmente en Persia, Asia Menor é India. Los árabes llaman al preparado *afioum*, los persas *afioun*, y de aquí se ha originado nuestro nombre *opio*. Para su explotación, se siembran con semillas de adormidera grandes campos, y diariamente se practica en ellos la extracción del jugo. Se calcula que el producto por cada acre (cerca de 60 áreas) asciende, por término medio, á 10 ó 12 kilogramos. En Francia, donde se ha introducido el cultivo del opio, particularmente en Normandía, el rendimiento ha sido siempre mucho menor, siendo otros tantos fracasos en rendimiento cuantas tentativas se han practicado con dicho objeto. En Alemania, y sobre todo en Württemberg, se han obtenido recientemente resultados bastante satisfactorios en el cultivo de la adormidera para la extracción del opio, y también en España se ha hecho algún ensayo afortunado. La adormidera se cultivaba ya entre nosotros con bastante abundancia, pero sin otro objeto que recoger las semillas; la cuestión quedaba, pues, reducida á investigar si nuestros climas se prestaban para conseguir un fruto bastante rico en opio, y si su explotación no ofrecía ningún obstáculo local. Ahora bien: mientras que los resultados parecen bastante halagüeños acerca del primer punto, pues el opio europeo en nada desmerece

por sus cualidades del asiático, en cuanto al segundo es evidente que la elevación de los jornales, con relación á los que son corrientes, por ejemplo, en el Asia Menor, habrá de oponerse á que adquiera aquí gran desarrollo esta industria. Por lo demás, aún no está decidido si la adormidera cultivada en Anatolia ofrece mayores ventajas materiales que la cultivada en nuestros climas. El opio más estimado de Boghad procede de una planta de color más claro que nuestra adormidera indígena; sus flores son violadas, tiene una altura de 60 centímetros, y presenta relativamente menos hojas. Se ha importado esta planta á Württemberg para hacer ensayos comparativos acerca del rendimiento; pero hasta que esté completamente aclimatada (lo cual exige algunos años) no se podrá deducir ninguna consecuencia definitiva.

FIG. 104.—*Papaver somniferum.*

El opio es el mejor remedio conocido contra la diarrea, y su tintura ocupa un lugar importante en todo botiquín casero ó de viaje. Ejerce, además, una acción asaz benéfica como calmante del sistema nervioso, sobre todo desde que modernamente se ha encontrado el medio de hacerle obrar sobre una región determinada mediante las inyecciones hipodérmicas, si bien en este caso, en lugar del opio mismo, se emplea su componente más principalmente activo, la morfina. Hoy se consumen grandes cantidades de opio en las fábricas de productos químicos para extraer la morfina.

El mercado más importante para el opio del Asia Menor y de Persia, es Esmirna. En la India y en China se halla este comercio en manos del Gobierno inglés, que no debe retirar anualmente menos de tres millones de kilogramos, á pesar de que la producción anual por parte del Asia Menor asciende tan sólo á unas 6.000 cajas de 150 libras. De aquella cantidad se consume una parte no despreciable, y que por desgracia va creciendo de año en año, en la misma Inglaterra, donde parece que es muy general la afición á mascar opio, particularmente en la población fabril.

Por lo demás, el opio no es la única forma en que se busca la acción narcótica del jugo de la adormidera. Es tristemente cierta la costumbre que tienen muchas madres ignorantes de hacer beber á las criaturas cocimiento de cabezas de adormidera sin madurar para que les éntre sueño. Los antiguos griegos ponían ya como símbolo en manos de Morfeo una rama de adormi-

dera, cargada de frutos, y la figura legendaria en Alemania del *Sandmann*, que arroja arena á los ojos de los muchachos dormilones, toma igualmente su origen de los granos de adormidera, con los cuales se supone que Morfeo difundía su poder. En Persia se vende públicamente una bebida, *kokcmaar*, preparada con cabezas de adormidera sin madurar, y los tártaros echan estos lechosos frutos en el vino en fermentación, aumentando así extraordinariamente su poder embriagador.

Pero son, con mucho, mayores las cantidades de este zumo consumidas en forma de opio, y principalmente fumado en los impenetrables pueblos orientales; los turcos, persas y árabes lo toman en forma de píldoras, mientras que los europeos que han hecho costumbre de usarle lo hacen en tintura. Entre los mahometanos se suele comer unos pequeños bombones de opio, á los que se da el nombre de *Masch Allah;* es decir, regalo divino.

Los fumadores de opio se sirven de una pequeña pipa con cabeza metálica, que tiene una oquedad suficientemente grande para poder recibir una píldora del tamaño de un guisante. Con ella se tienden sobre un lecho, ó simplemente sobre un cojinete, y aspiran el humo embriagador, hasta entrar en el estado apetecido de bienaventuranza. Tanto para prenderle fuego como para fumarlo, se exige cierta habilidad.

El producto que fuman los chinos no es el opio tal como lo introducen en el comercio los ingleses; para que se pueda fumar, tiene que someterse á una preparación especial. Un viajero describe la preparación en los siguientes términos, en el *Journal of the Indian Archipelago:* "Se abren dos saquetes de opio, y se vierte su contenido en una caldera de hierro, que se pone sobre un fuego suave de brasas. Un operario agita la masa con un trozo de madera, hasta que se funde por completo; entonces se distribuye en dos calderas, y se calienta lentamente á la llama hasta que pierde toda traza de humedad. Hecho esto, puede ya dividirse el opio en trozos, los cuales se ponen dentro de unas cestillas, preparadas de antemano, revistiendo su fondo con varias capas de papel ordinario, é introduciéndolas en unas calderas, vertiendo sobre ellas agua hirviendo. Los componentes solubles filtran á través del papel y se reunen en la caldera, donde se recogen, evaporando el agua, que se mantiene constantemente en ebullición; la parte insoluble queda en las cestas. Entre tanto, otro operario cuida de humedecer la superficie, con objeto de que no se inflame, valiéndose de un plumero, con el cual separa al mismo tiempo la espuma que sobrenada. Cuando la masa pastosa puede extenderse fuera de la caldera, en hilos de 60 á 90 centímetros, sin romperse, ha adquirido la consistencia necesaria; se la enfría, aireándola con grandes abanicos, y se envía al comercio en cajas de cinc. Este es el llamado *tschandú.* El *muddeth* es un producto que se prepara con los desperdicios del anterior al empaquetarle. El expendedor tiene siempre á mano un paño para limpiar sus dedos,

cuchillos y demás del *tschandú*, que queda adherido. Estos residuos se cuecen, funden y concentran hasta la consistencia de jarabe; entonces se le añaden hojas frescas de caña de azúcar, finamente desmenuzadas, y con este conjunto se hacen luego píldoras, que se comen por la gente pobre.

El *tschandú* es un veneno muy activo, pues basta la cuarta parte del peso de un duro en oro (próximamente medio gramo) para matar en una hora á un hombre que no esté habituado al uso del opio. El mejor antídoto es el aceite, sobre todo el de coco, que hace provocar inmediatamente. Sin embargo, los fumadores ya veteranos pueden ingerir cantidades mucho mayores del producto en cuestión, sin que se manifiesten en ellos los síntomas de la embriaguez. Se comienza siempre por cantidades muy pequeñas (de uno y medio á un grano, ó sean 25 á 50 miligramos), pero luego se va elevando la dosis á medida que los nervios se van acostumbrando á su acción, llegando en ocasiones á tomar una cantidad veinte y hasta cuarenta veces mayor. Estas cantidades tan considerables no son, sin embargo, fumadas de una sola vez, sino á intervalos: en efecto, el sueño del fumador de opio no es muy largo; pero inmediatamente que despierta, coge de nuevo su pipa, hasta que el narcotismo cierra otra vez sus párpados. Los ensueños y fantasías que acompañan á esta embriaguez deben ser en extremo voluptuosos; pero en cambio han de agotar forzosamente en pocos años las fuerzas del más sano organismo, como sucede siempre que se hace uso de semejantes estímulos artificiales. Desparece todo rasgo de energía, haciéndose imposible una manifestación de actividad y resolución, en lo cual reside también la causa de que los que se han habituado á este placer carezcan, por lo general, del carácter necesario para abandonar costumbre tan peligrosa.

En el uso del opio se manifiestan dos períodos, como en el del tabaco. Una pequeña cantidad del narcótico serena el espíritu y nos satura de una sensibilidad agradable, pues en medio de ella resalta la conciencia de que nos hallamos en plena posesión de todas nuestras fuerzas físicas y morales. Se hacen mucho más vivos nuestros pensamientos, y, sobre todo, las creaciones de nuestra fantasía, sintiéndonos transportados, sean cualesquiera nuestros años, á los desvaríos é ilusiones de la juventud. Los efectos son, pues, en este sentido, análogos á los del vino; pero á esto hay que añadir el estímulo sobre las fuerzas físicas, en virtud del cual el fumador de opio se manifiesta á veces capaz de soportar esfuerzos increíbles. Pero á este estímulo sucede un decaimiento proporcionado, en el que no se fija el hombre vulgar, que por perseguir un placer instantáneo sacrifica imprudente su porvenir. Para combatir la debilidad y las náuseas que se presentan después de una embriaguez, toma una nueva dosis cada vez mayor, refiriéndose de alguno que comenzó con medio grano y llegó hasta ingerir diariamente 120; pues, una vez en esta pendiente, no es posible retroceder sino á riesgo de quedar instantáneamente

sumido en el estado más deplorable. Se siente una gran sequedad en la boca y la garganta; los intestinos se debilitan hasta tal punto, que apenas se mueven; como es natural, resulta de esto que se corta la digestión y desaparece todo apetito; una sed inextinguible atormenta á estos infelices. Todas sus fuerzas decaen, naturalmente, y la muerte es el resultado forzoso de tan repugnante enervamiento. Los fumadores apasionados de opio rara vez alcanzan una edad de más de cuarenta años.

Los componentes del opio á que se atribuyen estos efectos, pertenecen, en su mayor parte, al grupo de los alcaloides ó bases orgánicas, y se hallan contenidos en el producto comercial en una proporción hasta de 24 por 100. De entre ellos, el más importante es la morfina, que existe también en mayor cantidad. Esta puede obtenerse de diferentes modos, pues basta tratar el opio comercial con agua ligeramente acidulada y añadir amoniaco al líquido filtrado, para que se precipite en el fondo el alcaloide, que es muy poco soluble en el agua.

En estado de pureza forma este cuerpo pequeños prismas cuadrangulares, incoloros, que pueden calentarse hasta 300° sin descomponerse; es algo más soluble en el agua caliente $\left(\frac{1}{500}\right)$ que en la fría; el alcohol hirviendo disuelve próximamente la vigésima parte de su peso. La morfina se combina con los ácidos formando sales, y éstas (como, por ejemplo, el acetato de morfina) son las que se emplean por lo general en medicina como calmantes. La fórmula química de la morfina es $C_{17}H_{19}NO_3, H_2O$, lo que corresponde á una composición centesimal de 71,8 de carbono, 8 de hidrógeno, 6,4 de nitrógeno y 13,8 de oxígeno. A la morfina es á la que hay que atribuir en primer término la notable acción fisiológica del opio, la cual se manifiesta sencillamente como calmante del sistema nervioso en pequeñas dosis. De aquí que el opio se emplee con gran éxito, unas veces para combatir el sistema nervioso, como neuralgias, dolor de muelas, etc., y otras como soporífero. En forma de inyecciones hipodérmicas es, sin duda, el mejor de todos los medios anestésicos, pues su uso pone el cuerpo del paciente en un estado de grato reposo; pero exige mucha circunspección, pues el organismo se acostumbra muy fácilmente á él, de tal modo, que el abandono de la costumbre tiene que costar luego al enfermo una lucha análoga á la que cuesta á un borracho abandonar el uso de los licores espirituosos.

Junto á la morfina existen también en el opio algunas otras sustancias muy parecidas á ella, y de propiedades también análogas, de las cuales las más conocidas son la *codeína*, la *narcotina* y la *narceína*. Según Mulder, cien partes de opio de Esmirna contienen por término medio:

Morfina ($C_{17}H_{19}NO_3, H_2O$)	6,3
Narcotina ($C_{22}H_{23}NO_7$)	7,3
Codeína ($C_{18}H_{21}NO_3$)	0,7
Narceína ($C_{23}H_{29}NO_9$)	9,0
Meconina	0,6
Ácido mecónico ($C_7H_4O_7$)	6,1
Grasa y resina	4,9
Cautchuc y materias extractivas gomosas	31,9
Agua y mucílago	33,2
	100

Existen también clases de opio que contienen más del doble de alguno de los componentes narcóticos, y precisamente sucede así con el opio alemán, tanto de Wurttemberg como de Silesia, pues se distingue por su gran riqueza en morfina, que llega á estar contenida en proporción hasta de 13 á 15 por 100.

HASCHISCH

Existe otro producto del reino vegetal, que tiene gran semejanza con el opio en cuanto á su uso y á su acción, y que se extrae de un modo también idéntico al de aquél. Nos referimos al llamado *haschisch*, mezcla de sustancias resinosas y oleosas contenidas en el jugo de la planta del cáñamo, cuyo producto recibe también otros nombres, según los países.

La planta del cáñamo ordinario *(Cannabis sativa)*, tal como crece entre nosotros, es también cultivada, tanto en países septentrionales como meridionales, y contiene en su savia componentes narcóticos cuya naturaleza química no está todavía bien determinada por la ciencia. Al parecer, estos componentes narcóticos se originan tan sólo en pequeñas cantidades en la planta cuando ésta crece en las zonas frías y templadas, mientras que el ardiente sol de los trópicos tiene poder para engendrar más rápidamente dichas sustancias activas. En la India, Persia, Arabia y en toda el Africa se obtienen del cáñamo productos abundantes y variados, cuyo uso se halla difundido hasta el otro lado del Océano.

Es conocido el hecho de que varias personas no pueden permanecer largo tiempo en la proximidad de un campo de cáñamo en flor; la causa de esto reside en la trasudación de aquella sustancia resinosa que tiene lugar principalmente durante la floración, y en virtud de la cual el aire mezclado con cantidades aún muy pequeñas de dicha sustancia adquiere una acción narcótica. En la antigüedad se respiraban ya los vapores del cáñamo quemado para embriagarse con ellos, y Herodoto consideró esta costumbre como generalmente extendida entre los escitas. Entre nosotros no se ha generalizado, ó bien

ha sido reemplazada por el uso de otros narcóticos, si bien esta última causa debía haberse manifestado en el mismo ó en más alto grado en Turquía, India y Persia; y, sin embargo, estos países, que consumen más tabaco que ningún otro y al mismo tiempo grandes cantidades de opio, acuden todavía al cáñamo en proporciones increíbles. Por lo demás, se comprende que disipe su vida en sueños el indolente oriental que rehusa toda labor difícil ó fatigosa, y cuyo concepto del destino humano está reducido por el Corán á límites muy mezquinos; pero el hombre de Occidente, que contempla la Naturaleza como una circulación ininterrumpida de cuanto existe, y que para concebirla necesita un juicio claro y sereno, deduce por sí mismo la inconveniencia de estos placeres, que á la larga enervan su espíritu y su cuerpo.

La forma y manera de hacer uso del cáñamo como narcótico, es variable. En Persia, y también en Marruecos, se arrancan las plantas del cáñamo en la época de la floración, se tuestan, y se fuman en pequeñas pipas, particularmente los apéndices y partes tiernas de las hojas, así como las flores. Pero además se prepara también hirviéndola con agua, á la que se añade un poco de manteca, resultando un extracto que después de concretado se come como el opio. Los árabes lo mezclan con varias especias, y le llaman *dawamese*. Por último, se recoge también la resina que exudan directamente las hojas y flores de cáñamo, y se ingiere, bien en forma de píldoras, bien de tintura, ó también se fuma mezclada con partes secas de la planta. Es tan original la manera como se recolecta esta resina (llamada *momia* ó *churrus)* que creemos conveniente referirla. Durante la época en que la secreción es más abundante, recorren en todas direcciones las espesas plantaciones de cañamo, operarios provistos de grandes delantales de cuero. Por la agitación y el roce van desprendiéndose de la planta lágrimas de resina que caen sobre los delantales y la piel de aquéllos, de donde luego se separan.

En cuanto á la acción del haschisch, debe diferir algún tanto de la del opio y causar una excitación extraordinaria, pues ha recibido en el lenguaje de los indios nombres que significan "acrecentador del placer, incitador de la alegría„, etc. Tomado con exceso, actúa contrayendo los músculos de modo que el individuo queda en un estado como de rigidez espasmódica, y sus miembros permanecen en la posición que se les da.

LÚPULO

El lúpulo es, entre los artículos narcóticos de uso común, el que tiene más extensa aplicación, después del tabaco. Se distingue, sin embargo, de todos los demás narcóticos en la forma de su empleo, pues nunca se usa sólo como éstos, sino únicamente mezclado con otras sustancias, á las cuales sirve como

de salsa ó aderezo. Es uno de los principales componentes de la cerveza. Su adición á la bebida preparada con la malta parece que no fué conocida por los romanos, aunque sí, hace mucho tiempo, por los antiguos germanos. En el primer cuarto del siglo IX se hacía ya mención en Alemania de establecimientos especiales para el cultivo del lúpulo, *Humulariæ* ó *Hopfengärten* (jardines de lúpulo). Desde aquí es desde donde probablemente se trasplantó á otros países en los cuales tiene hoy tan alta importancia su cultivo y su uso. En los Países Bajos debió introducirse á principios del siglo XIV, y cien años después en Inglaterra. En este último país, sin embargo, no se hizo general su empleo en la cerveza hasta el siglo XVII, pues no debemos admitir que la población de Londres tuviera motivos para prevenirse contra este exceso, hasta que elevó sus quejas en el Parlamento acerca de *dos de los mayores escollos de la época*: el humo del carbón de piedra, que apestaba la atmósfera, y la adición á la cerveza del lúpulo, que alteraba el gusto de esta bebida. Con la afición al uso de la cerveza, que desde el pueblo alemán se ha propagado á todas las naciones cultas de la tierra, se ha abierto también camino al cultivo del lúpulo, recabando cada día mayores extensiones de terreno. En la Gran Bretaña se consumen actualmente unos 20 millones de kilogramos de flores de lúpulo por año, lo que excede en un tercio á su consumo de tabaco. Modernamente ha tomado América una participación creciente en la producción de lúpulo; sin embargo, las variedades procedentes de aquellos países no son tan estimadas entre nosotros como las de Inglaterra, Holanda, Bohemia y Baviera. Tal vez la travesía marítima le hace perder algo de sus buenas cualidades, debidas principalmente á la existencia de sustancias volátiles y de fácil descomposición, por lo que siempre desmerecen con el tiempo.

Efectotambién de la escasa aptitud que tiene para conservarse el lúpulo, ocurre que este producto está sometido á extraordinarias oscilaciones de precio, según las circunstancias; así que en un año en que la cosecha es un poco abundante, el quintal apenas cuesta 56 pesetas, mientras que si se malogra la cosecha, al año siguiente puede llegar hasta un valor ocho veces mayor. El déficit de producción no puede compensarse por un aprovisionamiento anterior, por más que los comerciantes han intentado en diferentes ocasiones dar al lúpulo viejo la apariencia del fresco por medio del azufrado y otras manipulaciones. En Baviera se cultiva el lúpulo en muchas localidades, cuya producción, de importancia mucho menor en otro tiempo, se ha elevado considerablemente en pocos años; desde 1856 á 1866 subió de 75.000 quintales á 200.000. En Baden se producen de 20 á 25.000 quintales y otros tantos próximamente en Wurttemberg. El cultivo del lúpulo en Bohemia produce sobre 40.000 quintales, y otros tantos en la provincia de Posen. Este cultivo tiene gran importancia en Bélgica, desde donde se importaron el año 1865 cerca de 52.000 quintales, por un valor de 6 millones de francos.

La planta del lúpulo, no la que crece silvestre en nuestros bosques, y que también se suele ver en los jardines como enredadera, sino la cultivada, que de cualquier modo procede de aquélla, es bien conocida por todo el mundo. Su cultivo exige un suelo muy bueno, sobre todo muy profundo, prosperando mejor en localidades expuestas al Sur ó al Occidente, donde dé bien el sol y no esté sometida de un modo muy intenso á ciertos agentes atmosféricos peligrosos, como escarchas, nieblas, vientos, etc. El lúpulo es una planta trepadora, y de aquí que necesite que se le ofrezcan algunos puntos de apoyo para su desarrollo. Los jardines de lúpulo presentan una vista deliciosa con las guirnaldas de hojas colgantes, su color verde oscuro y los abundantes racimos de flores.

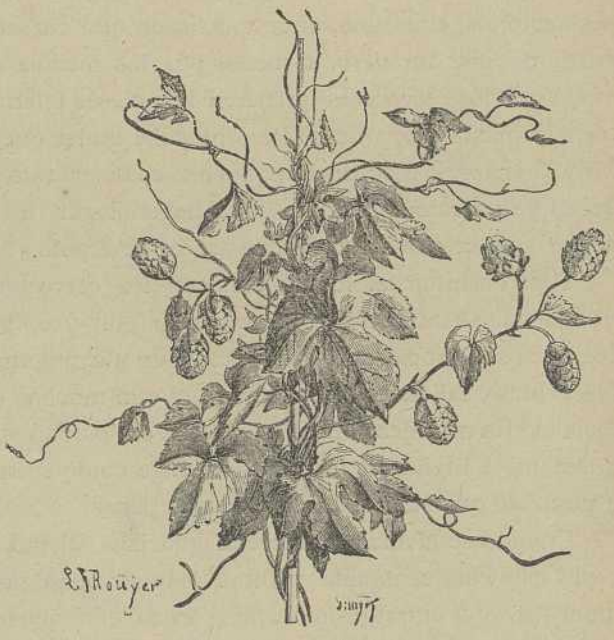


FIG. 105.—Planta del lúpulo.

La parte útil de la planta consiste en los pistilos de las flores, y por lo mismo la recolección del lúpulo se practica en la época en que dichos órganos, y particularmente los ovarios, han adquirido su completo desarrollo; esta recolección tiene para los países en que se cultiva el lúpulo tan gran importancia como la vendimia en los países vitícolas. Los ovarios recién extraídos tienen un olor narcótico muy fuerte, que depende de ciertos componentes etéreos y resinosos; particularmente hay dos sustancias de cuya presencia en mayor ó menor cantidad depende la bondad y el precio del lúpulo, y que encuentran también en la llamada lupulina ó harina de lúpulo, que se obtiene por trituración de los ovarios en forma de polvo de grano bastante fino y amarillo. En las buenas clases de lúpulo, la proporción en que existen dichas sustancias asciende á un sexto del peso de las flores. La harina de lúpulo contiene granitos de resina que son muy poco solubles en agua y que tienen un gusto amargo agradable y actúan en pequeñas cantidades de un modo análogo al de los narcóticos, es decir, como calmante del sistema nervioso. En el alcohol se disuelven hasta cerca de la mitad de su peso, y esta parte más soluble es una resina de color amarillo rojizo transparente y de sabor muy aromático, pero no amargo. El amargo del lúpulo se halla contenido en los demás compo-

nentes de la lupulina, juntamente con ácido tánico y un aceite volátil característico. Los elementos del lúpulo no sólo hacen á la cerveza aromática y narcótica, sino que ejercen también sobre ella tal influencia, que la fermentación sucesiva se hace con más lentitud, lo que da por resultado la conservación de cierta cantidad de azúcar que no se transforma en alcohol, y bajo este concepto constituyen una adición conveniente.

La citada condición del lúpulo, de ser poco susceptible de conservarse, ha conducido á diversas tentativas con objeto de extraer las sustancias volátiles que contiene y así poderlo guardar de un año para otro en previsión de una mala cosecha. Hasta hoy, sin embargo, los resultados no han sido muy satisfactorios; el aroma suave y delicado que caracteriza á este producto no puede hacerse duradero, al menos por los medios empleados hasta el día; de modo que los cerveceros prefieren las clases inferiores de lúpulo fresco, á las esencias mejor preparadas. Pero no cabe dudar que la química llegará á ofrecernos mejores procedimientos para realizar este mismo fin. Por lo pronto, existe ya patente sobre uno para hacer llegar, á la cerveza que se vende al por menor, aire saturado con aroma de lúpulo.

Para sustituir al lúpulo emplean los cerveceros sin conciencia un gran número de sustancias de que se hace algún uso, bien por su gusto amargo, bien por sus propiedades narcóticas, aunque ninguna de ellas puede comunicar las gratas cualidades que el lúpulo, y aun muchas son verdaderamente perjudiciales. La mistificación de la cerveza en los países más consumidores, como Alemania é Inglaterra, está tan en auge como entre nosotros la de los vinos, á pesar de que se castiga con severas penas.

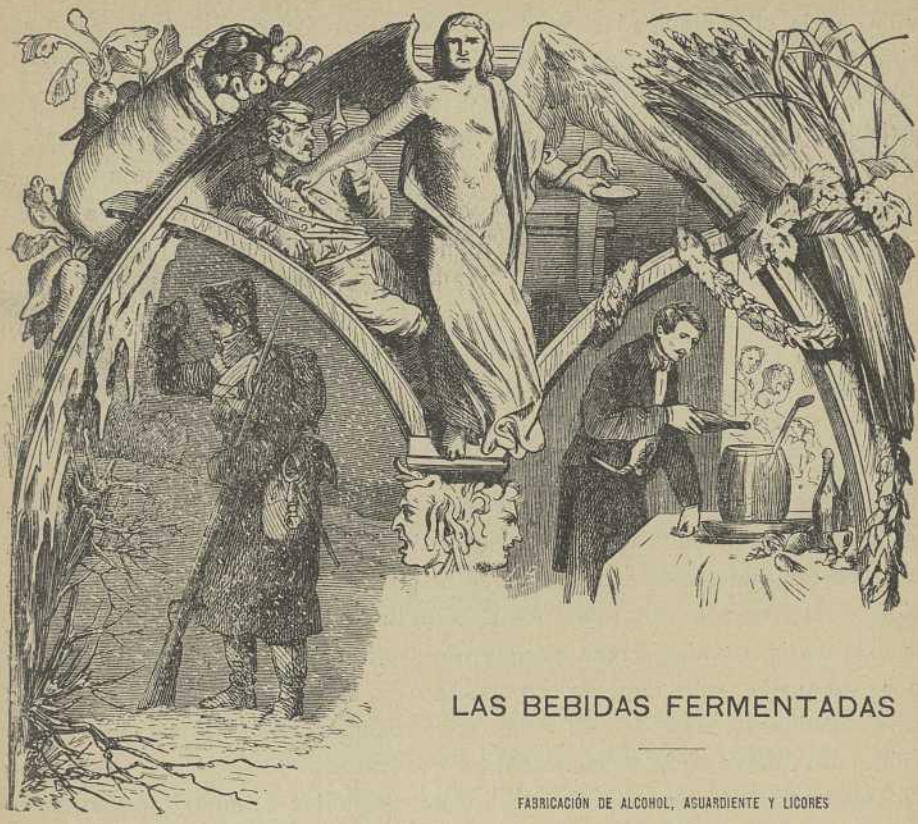
Cuando se añade á la cerveza genciana, ajenjo, *leontondon*, romero, achicoria, pinocha, camomila y otras plantas análogas que contienen principios amargos, ó el amarguísimo ácido pícrico, con objeto de economizar en todo ó en parte el costoso lúpulo, se tiene indudablemente razón para clamar contra la falsificación de un artículo que se ha hecho de uso general como alimento, aunque pueda todavía excusar hasta cierto punto al fabricante la gran baratura obtenida. Pero cuando se compran con el mismo objeto los granos de coca de Levante *(Menispermum cocculus)* y aun estricnina, se comete un delito que el público no puede por sí mismo descubrir, y contra el cual carece de medios de defensa, así que merece ser castigado por la superioridad tan duramente como un verdadero envenenamiento premeditado. Desgraciadamente parece, sin embargo, como si no se diera crédito al empleo de artículos tan peligrosos para la salud y hasta la vida del público, por más que debiera encontrarse suficiente comprobación de ello en el extraordinario consumo que se hace de algunos de dichos productos, que, como las semillas de coca de Levante, constituyen un verdadero artículo comercial. En Londres, y durante un solo año (1850), se expendieron mucho más de 2.300 quintales de ellas, que en-

Cosecha del lúpulo en Alsacia.

contraron entre los cerveceros solícitos compradores, pues una pequeña cantidad añadida á la cerveza, no sólo la comunica un gusto más amargo, sino también un color más oscuro, y sobre todo una apariencia más sustanciosa, de suerte que puede servir para ocultar á un mismo tiempo la falta de lúpulo y la de malta. Las semillas de coca de Levante contienen, sin embargo, uno de los venenos más enérgicos (la picrotoxina), que tomado aun en muy pequeñas dosis ejerce influencia sumamente perjudicial sobre el organismo humano, y á la larga embota el cerebro y en general el sistema nervioso y, por último, lo paraliza por completo.

También hay que contar la *coca* entre los artículos narcóticos de consumo. Las hojas del *Erythroxylon coca*, frescas ó secas, se tratan con algo de cal viva, se arrollan y se mascan hasta extraerles todos sus componentes solubles. Tomadas en esta forma deben obrar refrescando y reanimando el organismo, al mismo tiempo que reducen notablemente la necesidad de alimentarse, y los indios que viven en los países montañosos adquieren por su uso capacidad para resistir grandes fatigas corporales. De aquí que la hoja de coca haya sido propuesta por viajeros modernos para la Marina europea. En dosis más crecidas, originan fenómenos análogos á los del opio; la fantasía se excita extraordinariamente, y cuando el abuso es grande y continuado, perturba el espíritu, produciéndose un estado de imbecilidad, de embriaguez crónica.

Con éstos, que son los narcóticos más principales, damos fin al presente capítulo; pues en la infinita variedad de la Naturaleza existen todavía innumerables productos vegetales que sería imposible reseñar, y que el hombre, con su instinto de investigación, ha sabido descubrir y consume en los diferentes países. Así, por ejemplo, podríamos citar el betel de la palmera areka, las diferentes clases de acebos, estramonios, setas y hongos venenosos, la belladona, etc., sin agotar, ni mucho menos, el extenso campo de los efectos fisiológicos especiales y más ó menos raros.



LAS BEBIDAS FERMENTADAS

FABRICACIÓN DE ALCOHOL, AGUARDIENTE Y LICORES

Generalidad del uso de las bebidas fermentadas.—El proceso de la fermentación y su curso.—Cerveza, vino y bebidas análogas.—El alcohol.—Propiedades y composición de él.—Sus aplicaciones.—La destilación del aguardiente es un descubrimiento antiguo.—Su importancia real para los pueblos.—Los fermentos.—Productos secundarios de la fermentación.—Aceite empireumático ó alcohol amílico.—Aroma del vino, etc.—Sustancias etéreas.—Obtención de aguardiente con los cereales.—Malta.—Su preparación.—Diferentes procedimientos originados por el encarecimiento de aquélla.—Empleo de la patata.—Fermentación de estas masas.—Aparatos de destilación y su teoría.—Calentadores.—Aparatos de Adams, Pistorius y otros.—Aparatos de columna.—Aparato de Saralle.—Rectificación de los aguardientes.—Preparación de ellos con arroz, castañas de Indias, melazas y hasta con carbón de piedra.—Ensayo del grado alcohólico.—Fabricación de licores.

En todos los pueblos de la Tierra encontramos en uso bebidas que actúan sobre el organismo humano de un modo diferente, aunque no menos característico, que las infusiones de que antes hemos tratado; pues aumentan la actividad vital, aceleran el movimiento de renovación de la materia que forma nuestro cuerpo, dan nuevo vigor á los nervios, y mediante una sensación de bienestar y de fortaleza, comunican á nuestro espíritu cierta felicidad. Tales son las bebidas fermentadas, en cuya preparación se manifiesta por doquier una coincidencia tan pasmosa, como en la elección de las plantas

y partes de ellas empleadas con este objeto. En efecto; en todas las bebidas aludidas existe un principio activo común, cuya cantidad sirve para valorarlas, y cuya formación es el objeto principal de la preparación de estos artículos. El principio á que nos referimos es el alcohol; no existe formado ya y en estado libre en las plantas, sino que se origina mediante una transformación particular de algunos de los cuerpos contenidos en ellas; ya hemos tenido ocasión de fijarnos en esta manera de originarse, cuando hablamos de la producción de azúcar con el almidón. Efectivamente, la serie: almidón, azúcar, alcohol, ácido acético, ácido carbónico y agua se nos muestra como una simple escala de transformación, que no puede, sin embargo, recorrerse más que en sentido descendente. El proceso de esta transformación, en virtud del cual los citados cuerpos, y otros análogos, se producen ó toman origen recíprocamente unos de otros, es lo que llamamos fermentación.

La fermentación es, con escasísimas excepciones, la única causa de la generación del alcohol, y por esto no es de extrañar que haya dado origen á las investigaciones más exactas acerca de su iniciación, su curso, su aceleración é interrupción, tanto para los fines industriales como para la práctica de la vida diaria, y todavía más, porque no es sólo el alcohol el que se produce por este medio, sino también otro cuerpo de mucha importancia práctica: el ácido acético. La base de casi todas las fermentaciones es el azúcar, á condición, para que se inicie, de cierta temperatura, acceso de aire libre, y en ciertas circunstancias, la presencia de un fermento excitador. Cuando no es necesario añadir uno de estos fermentos para iniciar la fermentación, se dice que ésta es *espontánea;* así ocurre, por ejemplo, con la descomposición del mosto.

El caso particular de la transformación del azúcar en alcohol se designa con el nombre de fermentación alcohólica; pero la descomposición ulterior del alcohol se llama fermentación ácida, en virtud de la naturaleza de los productos formados. Si se observa desde su origen la fermentación alcohólica, veremos que va precedida de la transformación del almidón en azúcar; y, en efecto, todo cervecero ó fabricante de aguardientes tiene que dirigir en ambos sentidos sus trabajos.

El almidón es la primera materia de que se parte generalmente en la fabricación de alcoholes, transformándolo, como ya sabemos, en azúcar, mediante la acción del ácido sulfúrico diluído. Pero éste no es el único camino, pues lo que hace el ácido sulfúrico puede hacerlo también, por ejemplo, una adición de malta. En los granos de los cereales se convierte también el almidón en azúcar, cuando el grano comienza á germinar, en virtud de su propia vitalidad, para el desarrollo de un nuevo ser. La fécula y el gluten de los cotiledones sirven como primer alimento á la planta; pero como ambos son insolubles en el agua fría, tienen que experimentar una transformación que les ponga en estado soluble, antes de poder penetrar en la creciente radícula. Esta transfor-

mación se verifica en proporción exacta del desenvolvimiento de la radícula, comenzando por la base de ésta. El gluten queda convertido en una sustancia soluble la llamada *diastasa*, á medida que es también consumido gradualmente el depósito de almidón.

Por lo demás, la diastasa no ha podido obtenerse todavía en estado libre; pero el gusto dulce de todos los granos en germinación, como también de las semillas frescas, y los renuevos de las leguminosas, guisantes, lentejas, etc., y todos los demás frutos, ofrece la mejor prueba de que efectivamente se forma azúcar por su influencia.

La diastasa tiene un poder tan grande para determinar esta transformación, que una parte de ella basta para convertir en azúcar más de mil partes de almidón. De esto pueden, sin duda, sacar un partido considerable los cerveceros y fabricantes de aguardientes, puesto que podrán evitarse el dejar germinar todo el grano, como lo hacen, para dar lugar al desarrollo de diastasa, y por cierto con una pérdida de sustancia que siempre se eleva á más de un 6 por 100.

El proceso químico de la fermentación es aproximadamente el siguiente:

$$\underset{\text{Glucosa.}}{C^6H^{12}O^6} = \underset{\text{Alcohol.}}{2C^2H^6O} + \underset{\text{Anhidrido carbónico.}}{2CO^2}$$

Es decir, que una molécula de azúcar de uva se transforma en 2 de alcohol y 2 de ácido carbónico, cuyo fenómeno puede determinarse por un fermento, ó, como se ha demostrado recientemente también, por un cuerpo poroso como el asbeto, la piedra-pómez, etc., los cuales no ceden absolutamente nada al azúcar, sino que simplemente ocasionan un cambio de posición entre sus diferentes átomos. Los fermentos *desdoblan* al azúcar, como se dice generalmente. Es evidente, por otra parte, que estas condiciones permanecen las mismas, bien que se prepare con la cebada una malta dejándola fermentar para que se origine el azúcar, ora se haga uso, con el mismo objeto, de la avena, el centeno y el trigo, ya por último, se recurra al azúcar formada por la Naturaleza en el jugo de las peras y otros frutos maduros.

En la América del Sur preparan los indígenas, con el maíz, una bebida fermentada, la *chicha*, para lo cual se colocan alrededor de una fuente de calabaza, van mascando los granos y escupiendo el producto de la masticación en una vasija común. Sobre esta masa vierten después agua caliente y abandonan el conjunto á la fermentación, que se manifiesta bien pronto, pues la saliva posee un poder, como fermento, completamente análogo al de la diastasa de la malta. Al cabo de poco tiempo está ya hecha la bebida; y así como nosotros obsequiamos á nuestros huéspedes con el ardiente jugo de la vid, los americanos, para dar á los extranjeros una prueba de amistad, les ofrecen un trago de su *chicha mascada*. En Méjico se prepara la *chicha* con agua de cebada y harina de maíz, añadiendo rodajas de ananas y dejándolo todo fermentar; luego se pone

azúcar, clavel y canela. El zumo de ananas fermentado constituye por sí solo un vino que por su acidez, aunque pequeña, se puede clasificar como intermediario entre los vinos propiamente dichos y las bebidas simplemente alcohólicas. El *tepache* de los mejicanos es el jugo fermentado de la caña de azúcar; también con agua simplemente azucarada, en la que se diluye el fruto exprimido de la *Bromelia pinguis*, se sabe obtener por fermentación, una bebida embriagadora, el *tepache* de Tumbiriche; el *pozole* se obtiene por fermentación del maíz tostado y agua; y el *pulque*, con el jugo (*magüey*) de las yemas de la pita ó *Agave mexicana*.

FIG. 56.—Recolección del jugo de la pita para la preparación del pulque, en Méjico.

Tampoco el *vino de miel* es un vino propiamente dicho, sino más bien una bebida que contiene simplemente alcohol, y que se asemeja á nuestros aguardientes; es usada en particular por los pueblos eslavos (Polonia, Rusia, etc.). Para prepararla se cuece la miel con agua, y se espuma; el líquido ya frío se pone en fermentación por medio de levadura de cerveza bien lavada, y después se trata como los demás vinos. Esta bebida, llamada también *met*, debe su aroma característico á los principios vegetales aromáticos contenidos en la miel.

La planta del magüey, ó pita, que produce el pulque, no florece hasta los dieciséis años; hasta entonces lleva únicamente hojas que están ordenadas en la forma verticilada, característica de los agaves. Cuando no hace más que iniciarse la floración, que da origen á ramas laterales cargadas de innumerables flores amarillo-verdosas, que se elevan sobre un largo tallo á modo de un

candelabro, y durante la cual los cálices que se abren dejan fluir una verdadera lluvia de miel, se cortan las yemas del tronco, con lo cual es aún más abundante el jugo que fluye, el cual se recoge entrelazando las hojas de alrededor y formando con ellas una especie de urna. En estos cálices va acumulándose el líquido azucarado, y diariamente se separa por operarios que lo aspiran con un tubo en sifón, haciéndolo pasar á unas bolsas de cuero. Abandonado luego á la fermentación en grandes cubas, adquiere pronto propiedades embriagadoras, en virtud de las cuales constituye una bebida muy estimada y un artículo muy solicitado en el comercio interior de aquellos países. Para los extranjeros, sin embargo, es poco agradable en un principio, á consecuencia de un sabor y olor como á queso que le comunican ciertos productos de descomposición de las sustancias albuminosas; pero el uso prolongado hace que se acostumbren á él. Los tártaros saben preparar el *krim* con el mijo triturado y fermentado, y los árabes, abisinios y otros pueblos tienen también sus bebidas espirituosas por fermentación de la misma planta, con la que también se obtiene en Himalaya el *murwa*, mientras que el *guass* de los rusos se fabrica con el centeno groseramente triturado.

Todas estas diversas bebidas, á las que se podría añadir un sinnúmero de ellas, han pasado por el mismo proceso de la fermentación. El almidón se ha transformado en azúcar (si es que éste no existía ya formado); el azúcar en alcohol, agua y ácido carbónico. De la existencia de este último se encuentra una prueba, tanto en la efervescencia que acompaña á su formación, como en el sabor picante que con frecuencia ofrecen esas bebidas después de hechas. Ahora, si se deja que se produzca la fermentación en vasijas cerradas, como sucede con el champagne, de suerte que el gas carbónico no pueda escaparse, tiene que permanecer disuelto en el líquido, en tanto, al menos, que la rotura de la vasija no le permita desprenderse. La espuma del champagne no es otra cosa que el desprendimiento del gas carbónico originado durante la fermentación.

Las adiciones que se hacen durante la preparación de ciertas bebidas espirituosas, particularmente de la cerveza, y que determinan su sabor especial, no tienen sobre la fermentación otra influencia que, á lo más, una acción retardadora, como sucede en la citada cerveza con el lúpulo. Sin embargo, conviene tener en cuenta que en muchos de estos casos la formación de alcohol con el azúcar no se prosigue hasta agotar por completo ésta; de lo que resulta, por una parte, el sabor dulce que el líquido conserva, y por otra, que no se agrie tan rápidamente el líquido por la transformación del alcohol en ácido acético; pues, en efecto, mientras queda azúcar, es la fermentación alcohólica la que domina.

Prácticamente se pueden dividir las bebidas fermentadas en tres grupos: vinos, cervezas y aguardientes. Estas clases tienen siempre propiedades diver-

sas, determinadas no más que por la presencia de ciertas sustancias, que en la cerveza, por ejemplo, son productos extractivos y narcóticos (lúpulo), y en el vino, ácidos orgánicos aportados directamente por la planta. El aguardiente tiene como componente principal alcohol puro, ó simplemente mezclado con azúcar, aceites etéreos, sustancias aromáticas ó amargas, y de aquí que haya que obtener en primer término el alcohol para la fabricación de los aguardientes.

Pueden dar vinos todos los frutos dulces, y al mismo tiempo ácidos, así como muchos jugos azucarados; en los diferentes países se conocen estas bebidas con los más variados nombres. Inglaterra tiene su vino de *gooseberry*, en cuya preparación con las bayas de grosella poseía una habilidad tan especial la mujer clásica de *El Vicario de Wakefield*. La Normandía se distingue por la preparación de la sidra, bebida la más codiciada por los habitantes de Francfort sobre el Main, que beben anualmente 24 azumbres (próximamente 48 litros) por cabeza. La América del Norte se distingue también por el consumo de sidra; las hijas de los *farmers* ó colonos del Norte de América, las flores del bosque, como las llaman los cazadores poetas, hacen fermentar el jugo del *abedul*, ó *leño nefrítico* y el de la caña de azúcar; los árabes se congratulan de que la prohibición de su sabio Profeta no rece con el jugo fermentado de la palmera datilífera: "El lagmí no es vino, y el Profeta sólo prohibe el vino„. Y, efectivamente, el lagmí debe tal vez contarse más bien entre los aguardientes, pues el jugo de los dátiles puede decirse que se halla exento de todo ácido.

Los vinos, en general, se caracterizan, según ya hemos dicho, por la presencia de ácidos orgánicos formados en los frutos, así como por contener también combinaciones etéreas de estos mismos ácidos, á las cuales hay que atribuir el llamado aroma de los mismos. Por más que existan en la cantidad y calidad de estas sustancias diferencias, para estimar las cuales no es necesario tener el paladar tan ejercitado como los catadores de oficio, existe en el fondo una identidad muy señalada; de modo que, tanto los mejicanos altronchar sus agaves en floración para preparar con el zumo que fluye su pulque embriagador, como el curandero berlinés al prensar la manzana más pura para ahogar en sidra todos los males de la humanidad, practican exactamente la misma operación, conocida ya por Noé, y que desde entonces viene suministrando al hombre esta preciosa panacea contra sus penas, lo mismo cuando se sirve de las divinas cepas de Tokay, que cuando liba nuestros alegres viñedos comunes. Con esto damos fin á la introducción del presente capítulo y pasaremos á considerar el más importante de los principios comunes á los líquidos en cuestión, el alcohol, en cuya preparación se basan las principales ramas industriales de la destilación y fabricación de aguardientes.

ALCOHOL

Cuando se somete uno de los licores fermentados á una elevación gradual de temperatura, se volatiliza el alcohol, que hierve á 78°,4 separándose del resto mezclado con vapor de agua. Estos vapores pueden recibirse en una vasija y condensarse por enfriamiento, obteniéndose así una disolución acuosa de alcohol que puede concentrarse cada vez más por destilaciones sucesivas, y quedar, finalmente, libre de agua casi por completo, mediante el tratamiento con cloruro de calcio. El aguardiente ordinario no es otra cosa que agua con cierta proporción de alcohol, á cuya mezcla se suele dar un gusto especial adicionando ciertos aceites etéreos, azúcar, etc.

El alcohol puro ó absoluto es un líquido incoloro, muy fluido, cuyo peso específico es 0,806, que puede congelarse á 79° centígrados bajo cero, pero que hierve, como se ha dicho, á una temperatura mucho más baja que el agua. Es ya muy volátil á las temperaturas ordinarias, y se distingue por un olor intenso, desagradable, y un sabor ardiente y penetrante; embriaga tomado en cierta cantidad. Tiene una gran tendencia á combinarse con el agua, por lo cual sólo debe beberse diluído en ella, pues en virtud de dicha propiedad, que, por otra parte, le hace muy apropiado para conservar las sustancias orgánicas húmedas, y por lo mismo muy expuestas á la putrefacción, como carne, frutas, etc.; cuando actúa sobre los órganos internos del cuerpo humano, muy ricos en agua, puede producir efectos mortales. En 100 partes de alcohol existen 52,7 de carbono, 12,9 de hidrógeno y 34,4 de oxígeno, cuya composición le hace uno de los cuerpos más combustibles y que más calor desarrollan por su combustión.

Del alcohol puro y completamente anhidro, ó sea sin agua, circulan tan sólo pequeñas cantidades en el comercio, pues su aplicación es muy escasa, comparada con el enorme consumo que se hace del alcohol más ó menos hidratado, ó sea de los llamados espíritus. En los tiempos modernos se ha llevado á un grado tal de perfeccionamiento la fabricación de espíritus, que su producto final puede pasar por alcohol absoluto, ó á lo menos satisface por completo todos los usos industriales para los cuales se empleaba generalmente aquél, como la disolución de los aceites esenciales para la preparación de lacas, barnices, etc. Hasta la perfumería se sirve hoy de los espíritus preparados industrialmente, siendo esto la mejor prueba de su pureza y volatilidad, sobre la que ejerce ya gran influencia una pequeña cantidad de agua. De todos modos, el consumo, en estado de mayor ó menor dilución, constituyendo el aguardiente, adicionándose al vino y cerveza, empleado como combustible, etc., etc., es mucho mayor.

Para la fermentación alcohólica, el requisito más indispensable es la presencia del azúcar (ó bien, según los casos, de almidón que pueda originar aquélla); pero al mismo tiempo tiene también importancia especial otro cuerpo, sin cuya influencia no podría tener lugar el expresado cambio, por lo menos en la forma en que la práctica lo utiliza actualmente en tan gran escala. Este cuerpo es el fermento que inicia el fenómeno químico de la fermentación.

El fermento no es, en realidad, como se ha admitido por la mayoría, una planta de estructura sencilla, un verdadero hongo en pleno y espontáneo desarrollo, aunque de mínimo tamaño. En efecto, consta simplemente de células aplastadas y lenticulares; esto es, vesículas con una pared pelicular y un contenido acuoso (semejante á la clara de huevo), y con un diámetro de 0,01 á 0,03 milímetros. Según modernas investigaciones, consiste tan sólo en formas evolutivas, ó, mejor, en células reproductoras, los esporos de las criptógamas, que se desarrollan en los esporangios de estos hongos, y que, colocados en un líquido nitrogenado fermentescible, pueden propagarse por sí solos. No por esto es menos organizado el fermento, y puede reproducirse en un medio que le ofrezca los materiales necesarios para la construcción de nuevas células. El líquido en que esto ha de ser posible tiene que contener una sustancia para la formación de las paredes celulares, y otra para la del núcleo ó contenido de la misma; para el primer fin sirve el azúcar (ó una sustancia semejante á ésta, y también soluble, la dextrina); para el núcleo se exige una sustancia albuminosa, puesto que es un líquido nitrogenado. La pared de la célula no es impermeable para el medio fluido que la rodea. Por el contrario, este último es aspirado á su interior, la célula se ensancha, y el azúcar, disuelto en el líquido, se descompone al contacto del núcleo en alcohol y ácido carbónico. Al mismo tiempo, la sustancia albuminosa existente es utilizada para la formación de nuevas células en el interior de la célula madre, la cual cría es en un principio pequeñísima con relación á la célula madre, pero crece con extraordinaria rapidez. A partir de este momento, se manifiesta una diversidad digna de estudio en la forma y manera cómo las células jóvenes del fermento adquieren su completo desarrollo. Unas veces las pequeñas células, apenas originadas, se marchan sueltas por las paredes, saliendo de la célula madre, y comienzan desde luego á vivir por su propia cuenta, alimentándose de la albúmina del líquido, creciendo y multiplicándose. El ácido carbónico que se desprende arrastra al aire verdaderos ejércitos de estos esporos, en alas del cual pueden alcanzar á otros líquidos, susceptibles de fermentar é iniciar en ellos una fermentación en apariencia espontánea. Por do quiera y en todo tiempo existen esporos así difundidos en la atmósfera. La fermentación espontánea es siempre una de las llamadas fermentaciones bajas, y sus fermentos consisten en células sueltas y aisladas, originadas en la forma descrita. Otras veces, por el contrario, la célula joven sigue creciendo dentro de la célula

madre, hace presión contra la pared de ésta, y no pudiéndola atravesar, da lugar á la formación de un bulto ó giba (llamada yema), cuya superficie va creciendo sin cesar y cuya conexión con la célula madre disminuye al mismo tiempo. Finalmente, se separa por completo esta excrecencia, que entretanto puede ya haber engendrado del mismo modo algún descendiente; estos fermentos celulares, así formados, se llaman superiores. La fig. 107 muestra fermentos dibujados en diferentes fases de su desenvolvimiento; mientras que en *a* se ve una célula hija, que, á su vez, lleva ya una excrecencia, que comienza á atravesar la pared de la célula madre para abandonarla, en *b*, *c* y *d* tiene lugar una formación de yema, cada vez más avanzada, y cuya última fase, antes de la separación, se representa en *e*.

Si se pone un fermento en contacto con agua pura que tenga tan sólo azúcar disuelto, se produce, sin duda, la descomposición del azúcar; pero tropezándose con el inconveniente de la falta de albúmina para la generación de nuevas células, el fermento pierde su energía como tal. Ahora, si la cantidad de fermento es suficiente, el azúcar habrá desaparecido por completo del líquido, y en su lugar se encontrará principalmente alcohol, después de desprenderse el ácido carbónico. Pero por más que nosotros hemos presentado aquí tan sencillo este proceso de la descomposición del azúcar, no sucede así en la realidad, donde sólo en casos rarísimos se verifica la fermentación en disoluciones puras de azúcar. Casi siempre entran en descomposición al mismo tiempo que ésta, y aunque sea en pequeñas cantidades, otros cuerpos; y como en la práctica la fermentación tiene lugar también por lo regular en presencia de sustancias vegetales que contienen albúmina, el caso más común, y el que merece fijar principalmente nuestra atención, es el de la reproducción simultánea del fermento.

FIG. 107. Fermento celular con un aumento de 1.000 diámetros.

PRODUCTOS SECUNDARIOS DE LA FERMENTACIÓN, ACEITE EMPIREUMÁTICO Ó ALCOHOL AMILÍCO, ETC.

Entre los productos de la fermentación nos interesan aquí particularmente los volátiles, porque se desprenden por la destilación en compañía del alcohol, y comunican á éste propiedades, unas veces favorables, otras desfavorables. Las variedades de aguardientes que proceden de diversos materiales se distinguen específicamente por el olor, como todos sabemos; tales son el ron, cognac, aguardientes de granos ó de patatas, etc. Estas diferencias son determinadas por los productos volátiles de la fermentación, de los cuales bastan pequeñísimas cantidades para transmitir al líquido un olor bien señalado.

Así, por ejemplo, se origina en la fermentación el alcohol amílico, cuerpo de sabor acre y olor repugnante, que, como es natural, destila también mezclado con el alcohol ordinario, y haría casi imposible la aplicación del producto de la destilación si no se separara de él. Este aceite empireumático no es siempre el mismo; se originan diferentes especies de él, según la naturaleza de la malta, ó sea de la primera materia sometida á la fermentación; pero todas estas especies manifiestan una gran analogía, casi idéntica, en sus caracteres químicos. Para la industria, el más importante de estos caracteres es su poca volatilidad, puesto que en ella se apoya la posibilidad de una separación relativamente fácil de este incómodo adlátere. El tipo más repugnante del grupo es el aceite empireumático de la patata. Los aceites empireumáticos exigen una temperatura de 130° centígrados próximamente para entrar en ebullición; así, pues, parece que, mientras haya alcohol en la caldera, no pudiendo elevarse la temperatura de ésta á aquel grado, debía permanecer fijo en ella el aceite empireumático. Sin embargo, esta separación no es completamente exacta, como no lo es tampoco por destilación la del alcohol y el agua, aunque sus puntos de ebullición sean diferentes; pues sucede en estos casos que los vapores del cuerpo más volátil arrastran consigo una cantidad mayor ó menor del otro líquido, que tiene ya á esta temperatura cierta tensión de vapor. De aquí que para una purificación total se necesite siempre recurrir á otros medios, entre los cuales tenemos en primer término el carbón; filtrando el espíritu impurificado con aceite empireumático, por capas de carbón recién enrojecido y reducido á polvo grosero, queda retenido en el filtro el aceite empireumático y fluye un aguardiente de sabor puro, siempre que el líquido no esté concentrado en demasía y que la operación se haya prolongado suficientemente. También el frío proporciona un medio de separación del aceite empireumático, que se reune en la superficie, y puede eliminarse del líquido alcohólico por filtración. Otro medio es el aceite de olivas, que tiene la propiedad de disolver el aceite empireumático, y, por consiguiente, puede privarse de él hasta cierto punto á un licor espirituoso, agitándole con algunas gotas de un buen aceite común. Cuando se deja de agitar, el aceite graso se reune en la superficie, pudiendo ser fácilmente separado. Todavía se ha conseguido el mismo resultado filtrando el mosto ó líquido fermentable por capas de pedacitos de piedra pómez, empapadas en aceite de olivas. Este aceite graso disuelve los productos etéreos superfluos, y puede privarse al filtro del aceite empireumático absorbido, calentándole en una corriente de vapor de agua, con lo cual queda en disposición de ser usado de nuevo. Pero el medio más sencillo y seguro es una destilación del aguardiente impuro sobre jabón duro, el cual retiene por completo al aceite empireumático. En la fabricación industrial de los espíritus no se emplean naturalmente estos métodos, porque allí se manejan cantidades demasiado grandes, sustituyéndose por aparatos especiales; llamados de

deflegmación, que se fundan en la mayor fijeza del aceite empireumático, y de los que nos ocuparemos más adelante. Por lo demás, la diferencia de volatilidad entre el alcohol y el aceite empireumático nos da un medio muy sencillo para reconocer en un aguardiente pequeñas cantidades del último. Basta, en efecto, echar un poco del líquido en agua caliente, y calentar la mezcla durante cierto tiempo; á medida que desaparece el olor del alcohol, va haciéndose más determinado el del aceite empireumático.

PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN DEL ACEITE EMPIREUMÁTICO

Este producto, de olor tan repulsivo, es, sin embargo, un material empleado para obtener excelentes perfumes, que se han convertido en artículos comerciales bajo el nombre de esencias de frutas, y sirven, entre otras cosas, para aromatizar los bombones de frutas. En efecto; perdiendo el aceite empireumático una molécula de agua en presencia de los ácidos, puede formar una nueva sustancia, el óxido de amilo, que con ciertos ácidos orgánicos forma combinaciones etéreas, las cuales no ofrecen á nuestro olfato ni la más remota semejanza con la materia de que proceden. Particularmente una disolución alcohólica de acetato de amilo posee el aroma delicadísimo de la pera más exquisita, por lo cual se le ha dado el nombre de esencia de pera; el oleato de amilo esparce también el aroma del melón, para lo cual debe estar disuelto en alcohol y diluído hasta cierto grado. Tanto éste como los compuestos análogos, cuando están concentrados, embotan nuestros nervios olfatorios.

La química ofrece todavía un campo fértil á la investigación de los productos de las fermentaciones lentas, que van acompañadas, muchas veces de un modo pasmoso, de un movimiento de aparición, desaparición y reaparición de estos cuerpos volátiles. Consideremos, por ejemplo, el aroma del vino más costoso que puedan producir las cepas de mejor clase. El mosto de estas cepas carece por completo de aroma, ó á lo más huele á uva podrida; aun cuando este mosto está en fermentación tumultuosa, carece también de aroma, pero es ya muy embriagador, por más que exista en él todavía pequeña cantidad de alcohol; sin embargo, cuando termina la fermentación, al mismo tiempo que se precipitan en el fondo las heces, se manifiesta un olor á almendras amargas, que va señalándose cada vez más (esta particularidad no la tienen los mostos ordinarios), pero que también desaparece luego gradualmente, para ser sustituído por el aroma rejuvenecedor de aquel vino. Este aroma no llega á su apogeo hasta el transcurso de años, y en bodegas frescas se sostiene durante muchos de ellos; entonces entra el período de su vejez, que se caracteriza por un aroma menos delicado y un dejo de sabor especial y penetrante, que en el Rhin se le llama "firme„. Todas estas diferentes fases

no son, por lo general, otra cosa que períodos distintos de la fermentación, caracterizados por la aparición de productos nuevos. Transformaciones análogas á éstas tienen lugar, y ofrecen la mayor importancia, en la fabricación de los aguardientes de vino, en la del cognac, etc.

En efecto; se halla bastante extendido el error de que para producir este último licor, estimado por todo el mundo, basta destilar cualquier vino, aun el más inferior. No todos los vinos pueden dar cognac, sino que para ello conviene más bien que se encuentren en cierto período de la fermentación. Por esto en Francia viajan los fabricantes con un pequeño aparato destilatorio en el bolsillo, visitando á los viticultores y probando por la destilación los vinos que se les ofrecen en venta. Cuando el olor del líquido que destila es el adecuado, cierran el trato y proceden inmediatamente á hacer con el vino las operaciones correspondientes, pues un largo reposo puede inutilizarlo. En algunas comarcas vitícolas se utilizan los posos extraídos del vino, que constan del fermento y el tártaro ó piedra de tártaro, para extraer el alcohol que pudiera quedarles adherido. El aguardiente así obtenido, llamado de heces, tiene un aroma particular y ofrece lejana semejanza con el del cognac.

Si de las heces se destilan las últimas porciones de sustancia olorosa, mediante una corriente de vapor, se obtienen en el producto destilado unas gotas oleaginosas de olor repugnante, y que corresponden al alcohol amílico. Por destilaciones repetidas, y mediante un procedimiento de purificación que hasta hoy se conserva secreto, puede obtenerse también con aquellos residuos un aceite que, cuando está diluído, tiene el fino aroma del cognac, y circula en el comercio para la fabricación de cognac artificial, bajo el nombre de aceite de heces de vino ó de cognac.

ÉTERES

Del mismo modo que del aceite empireumático ó alcohol amílico se origina también con el alcohol ordinario, y por sustracción de agua, una nueva sustancia, el óxido de ethylo, que, combinado con los ácidos, desarrolla propiedades muy gratas á nuestros sentidos. Los éteres compuestos, como se llama á estas combinaciones, se distinguen, en efecto, por poseer olores muy agradables. Así encontramos, por ejemplo, en los vinos muy añejos la combinación de este óxido de ethylo con el ácido acético (acetato de ethylo), que se desarrolla también por una conservación prolongada en el aguardiente ordinario, y que, por lo mismo, se suele añadir á los aguardientes nuevos para darles la apariencia de viejos. La combinación del mismo óxido de ethylo con el ácido butírico (el cuerpo que comunica á la manteca rancia su olor repulsivo) se considera como la causa del aroma que caracteriza al ron legítimo y se

utiliza para imitar artificialmente este ron. Se conocen otras especies de éteres dotadas de propiedades semejantes, y que como en la práctica de la destilación de aguardientes se echa mano de primeras materias muy diversas, son ellos los que en cada caso sirven de base para la formación de productos variados. El azúcar puro ofrece, como ya hemos indicado, alcohol también puro; pero su aplicación lucha con el inconveniente de la carestía; de aquí que apenas si se encuentra en la industria de fabricación de espíritus, para la cual se consumen casi en exclusivo grandes cantidades de frutos harinosos, mucho más baratos, y cuya fécula se convierte previamente en azúcar.

FABRICACIÓN DE ALCOHOLES

Se ha hecho modernamente uno de los principales factores en la cadena de las empresas industriales, pues el consumo de espíritus ha aumentado de un modo extraordinario con relación á otras épocas, y en virtud de las numerosísimas aplicaciones en las que se hace uso de sus productos. Dicha fabricación, tal como se verificaba en otros tiempos y como sucedía también con la de los jabones y cervezas, no podía proveer más que á las necesidades domésticas del mismo establecimiento en donde se practicaba, ó, á lo más, á las de un pequeño radio á su alrededor; y por otra parte, en virtud de lo poco racional de sus procedimientos, no permitía tampoco más que un aprovechamiento imperfecto de la primera materia; estaba, pues, llamada á desaparecer, toda vez que no podía en modo alguno sostener la competencia con los grandes establecimientos industriales que, funcionando bajo la base de los preceptos científicos, podían obtener sus productos, no sólo con mayor economía, sino también con mejores cualidades. Además, esta industria tenía que mantenerse al principio en relación estrecha con la agricultura, puesto que en todo caso tiene que alimentarse exclusivamente de los productos de ella; sin embargo, en la actualidad se ha elevado á una independencia tal, que señala un período de gran importancia en la economía de los pueblos. En Europa se fabrican anualmente, por lo menos, 1.500 millones de litros de alcoholes, y sin duda se bebe la mayor parte de esta cantidad.

Nada se sabe de cierto acerca de cuándo y dónde se inventó este arte de la *destilería*. Los antiguos griegos y romanos no conocieron ninguna bebida destilada. Se dice que algún médico árabe del siglo X obtuvo por primera vez del vino uno de estos productos destilados, y que utilizó como remedio medicinal (se encuentra consignado este arte por vez primera en un escrito del médico árabe Abulkasem, procedente del siglo XI); pero la cosa debió mantenerse en secreto. Hasta el siglo XIV no enseñó públicamente el modo de obtener por destilación del vino, del espíritu del mismo *(espiritus vini)*,

un médico de Montpellier llamado *Arnoldo de Villeneuve*. Este hombre creyó dotado al aguardiente de la más amplia energía curativa, y le consideró como un medio para prolongar la vida lo menos hasta la edad de Matusalén; de aquí la denominación francesa *eau de vie* (en latín *aqua vitæ*). Otros quieren, sin embargo, atribuir distinto origen al nombre latino; según ellos la bebida en cuestión debió llamarse primitivamente *acqua vite* ó *acqua di vite* (es decir, agua de viña) procediendo de Italia ó de España. Los ingleses han conocido el *aqua vitæ* en el siglo XII, es decir, cuando su obtención y uso eran ya largo tiempo conocidos por sus vecinos los irlandeses. Lo que está fuera de duda es que en el siglo XIV, no sólo enviaba Italia al comercio con aquel nombre un producto destilado del vino, sino que ya entonces tenían aceptación en el resto de Europa diversos licores procedentes de allí, y cuya preparación se inició y perfeccionó principalmente en los conventos.

Después que se obtuvo el aguardiente del vino, no es extraño que también se sometiera del mismo modo á la destilación otros líquidos fermentados, producidos de un modo semejante á la cerveza. Así surgió la fabricación de aguardientes procedentes de cereales.

Pero cuando el cultivo de la patata fué desarrollándose y ganando cada día más terreno, se recurrió de preferencia á esta primera materia. La patata es, en efecto, tan rica en almidón, que la cosecha de un campo sembrado de ello ofrece próximamente tres veces y media más alcohol que si el mismo terreno estuviera plantado de centeno. Sirviéndose, pues, la industria de aguardientes de la patata como primera materia, se viene á reducir en más de la tercera parte la porción de tierra ya bastante limitada que se destina al cultivo de los granos. Esta circunstancia no debe olvidarse al tratar, cuando se le examina económicamente, el punto de la fabricación de aguardientes, la cual, como industria agrícola, tiene todavía otras consecuencias sumamente importantes. La destilación de los mostos fermentados separa de ellos el alcohol y deja en la retorta un residuo abundante en sustancias alimenticias, el cual se prepara para obtener un forraje destinado al ganado, cuya cría, con tal objeto, suele establecerse en unión de esta industria; lo que no se convierte por este procedimiento en carne y grasa, va á parar á los estercoleros; el labrador se encuentra, pues, en el caso de mejorar en tal forma su sistema de cultivo y la producción; en efecto, con el alcohol, que está compuesto sólo de carbono, hidrógeno y oxígeno, no se sustrae al suelo nada que no pueda sustituirse inmediatamente por el inagotable manantial de la atmósfera. Las sales siempre quedan en el terreno.

La fabricación de espíritus puede separar sencillamente el alcohol de líquidos en que se encuentra ya formado, como el vino, la cerveza y la sidra, ó bien atiende ella misma á formar el alcohol mediante procesos adecuados de fermentación. Y aunque, según sabemos ya, sólo el azúcar entra en fer-

mentación alcohólica (si bien ésta se forma facilmente á partir de la fécula y otras sustancias vegetales), de todos modos el procedimiento tiene que ser también diverso, según que haya que preparar materiales que contengan ya formado el azúcar, ó bien otros en que no exista al principio más que almidón. Al primer grupo de materiales pertenecen numerosos frutos: ciruelas, cerezas, higos, bayas de enebro, nísperos, etc.; además, melones, calabazas, el jugo de la caña de azúcar, el maíz, las chirivías, remolacha, miel, leche y otros varios productos. En cambio, entre las sustancias del segundo grupo pueden citarse las patatas, el topinambur *(Helianthus tuberosus)*, los tubérculos de la dalia y corona imperial *(Fritilaria imperialis)*, los cereales: centeno, trigo, cebada, etc.; las leguminosas: mijo, alforfón, guisantes, habas, lentejas, y, por último, castañas, bellotas, etc., etc. Todavía hay que añadir á estas clases varias sustancias vegetales cuya celulosa puede convertirse primero en azúcar por el ácido sulfúrico, y después en alcohol; á este grupo pertenecen el serrín, la paja, líquenes y musgos. Tal vez con el tiempo se conseguirá también aplicar á la industria el descubrimiento de Berthellot, en virtud del cual se podría transformar en alcohol el llamado gas oleificante, un producto de la destilación del carbón de piedra, si se consigue fijar una molécula de agua á cada una de las suyas.

Queremos, sin embargo, considerar en primer término la preparación de alcoholes por el procedimiento más antiguo, la destilería tal como se practica cuando se parte de los granos de cereales. Cuando se han puesto estos granos, por ejemplo de cebada, en estado de germinación, para lo cual se les empapa en agua (malta), se desarrolla en el grano la plúmula, es decir, el germen de la parte aérea de la planta, y crece desde uno de los extremos del grano hasta el otro por entre la fécula de los cotiledones y las cubiertas de la semilla. En cuanto ha atravesado los cotiledones, comienza á verificarse la transformación más notable del almidón, de la cual consideran unos como causa la diastasa, mientras otros la atribuyen á diferentes orígenes. Según investigaciones modernas, la diastasa no es sencillamente un cuerpo, sino una mezcla de diferentes sustancias, entre las cuales se halla contenido el fermento de la fermentación sacarina en estado de mayor ó menor alteración. En efecto, si se trata una infusión de malta por una disolución de tanino, nuez de agallas, etc., se separa del conjunto en forma de un precipitado coposo, la parte integrante de la malta es eficaz para la formación de azúcar, combinada con el ácido tánico, y jugando, por consiguiente, al parecer, el papel de una base. Debrunfaut, que ha estudiado por primera vez sus propiedades, le ha dado el nombre de *maltina*, y es de esperar que el antiguo producto, conocido con el nombre de diastasa y cuya composición carecía de precisión y fijeza, así como el preparado artificialmente y llevado con el mismo nombre al comercio para satisfacer los fines de la industria cervecera, sean relegados al olvido y sustituídos por el tanato de maltina, que es mucho más activo.

En la malta se halla contenida la maltina en la proporción de 1 por 100, y esta cantidad es, con mucho, mayor (unas cien veces) de lo necesario para liquidar el almidón y transformarlo en azúcar. Este exceso, que antes quedaba siempre perdido en su mayor parte, puede separarse en lo sucesivo en forma de tanato de maltina, para ser utilizado en esta forma; pero sea cualquiera la causa de la transformación del almidón en azúcar, el hecho es que ésta tiene lugar, y basta para nuestro objeto tener conocimiento de dicha transformación y de las circunstancias que la favorecen, como el adimento de la malta (lo que se llama amasado) á una temperatura (lo mejor) de unos 60 á 75° centígrados. Más arriba de 75°, el proceso de la fermentación se paraliza por completo.

En la fabricación de aguardientes entra también, pues, la mezcla de la malta con el mosto, es decir, ponerla en un estado tal que realice del modo más completo posible la transformación en azúcar de la materia feculenta. Después entra la masa en fermentación, y, por último, se destila el alcohol producido, quedando los demás elementos de la malta en el residuo de dicha destilación, el cual sirve como forraje. Otra cosa sucede en la cervecería, pues aquí las partes solubles de la malta subsisten en el líquido fermentado para ocasionar un placer al paladar del bebedor, generalmente acostumbrado á este sabor. Para satisfacer á estos dos objetos, independientes entre sí, se hace ya necesario tener en cuenta ciertas reglas especiales en la preparación de la malta.

La preparación de la malta para la destilería, es sencilla. Se empapa en agua la cebada, dejándola en ella hasta que se haya ablandado tanto, que puedan aplastarse los granos entre las uñas. Entonces se llevan á una habitación especial, cuya temperatura debe ser por lo menos de 15° centígrados, y se amontonan por capas, dejándoles sin tocar hasta que las radículas se hayan desarrollado tanto que se entrelacen unas con otras, formando una especie de tejido, de donde toma el nombre de malta entrelazada en fieltro, que se le da. En este caso se emplea ya la malta como *malta verde*, ó bien se la seca á una temperatura moderada sobre un tostador especial. Como quiera que la malta verde responde por completo á todas las exigencias, parece que debiera considerarse como un derroche de combustible la operación de secarla sobre los aparatos construídos *ad hoc;* pero se explica esto por la dificultad que presenta la conservación de la malta verde sin desecar. Sin embargo, podría evitarse muchas veces la necesidad de la desecación, disponiendo la labor toda de modo que la malta verde se empleara siempre á medida que se produjera.

Antes de emplearse tiene que dividirse la malta, lo cual se practica generalmente por medio de prensas especiales. La malta verde exige para ello aparatos distintos que el tostado, y en el caso de aquél después de haber deshecho el tejido formado por las raicillas, se tritura, por medio de dos cilindros

que giran uno contra otro, provistos de cuchillos, de un modo tan completo, que sale como si fueran copos de nieve. La malta tostada se tritura simplemente mediante cilindros análogos, pero que no es necesario lleven cuchillos.

Preparación del mosto. — Concretándonos por ahora á los granos de cereales, encontramos entre ellos principalmente el centeno, el trigo, la cebada y el maíz; la avena se emplea más raramente. Estos granos tienen que convertirse previamente en sémola fina para que ninguna de sus partes se escape á la transformación en azúcar. La sémola se interpone después con un sexto ó un séptimo de cebada germinada (malta entretejida), en cuya cantidad

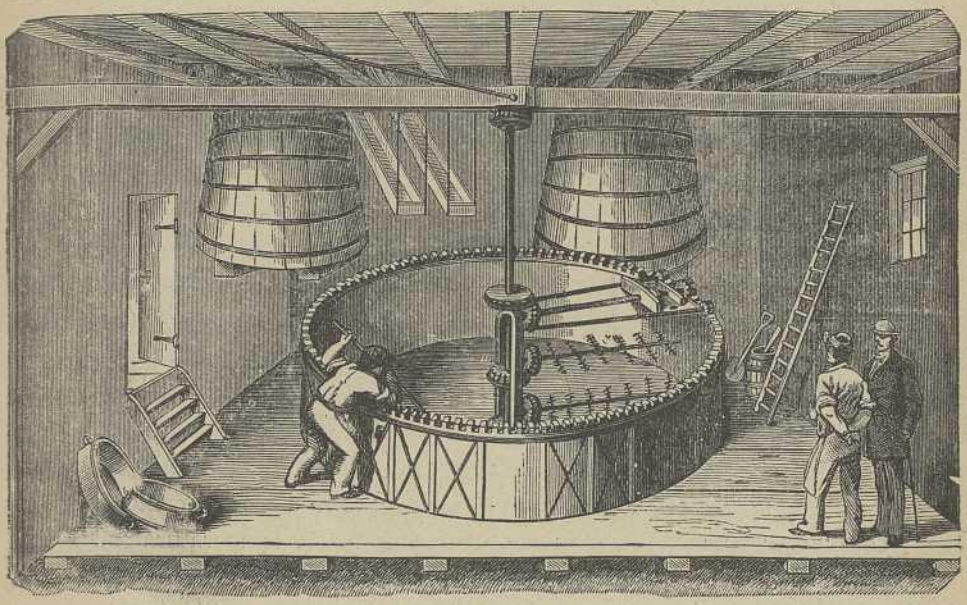


Fig. 108.—Cubo para hacer el mosto.

hay bastante diastasa (admitiendo la hipótesis de este cuerpo) para la transformación de toda la fécula. El cubo donde se practica esta operación es de madera fuerte y de forma ovalada y plana cuando se trabaja á mano, ó más bien mediante una especie de rastrillos de madera, siendo cilíndrico cuando se hace uso de una máquina adecuada, puesta en movimiento por un malacate de vapor ó fuerza animal, como se representa en la fig. 108. En este cubo se pone primero agua pura á una temperatura de 50 á 62° centígrados, se echa gradualmente sobre ella la sémola y se agita de modo que resulte una mezcla uniforme, sin grumos (se llama á esto el *amasado*). Después de algún tiempo, y sin cesar de agitar activamente, se va añadiendo poco á poco la cantidad de agua hirviendo necesaria para que la temperatura ascienda hasta los 65° centígrados próximamente. Entonces se tapa el cubo y se deja en reposo hasta que termine la producción de azúcar, para lo cual se exigen por lo regular dos

horas. El mosto debe haber cambiado su color blanco sucio por el pardo claro, y su sabor harinoso por el dulce. En las destilerías de los diferentes países se encuentran algunas diferencias con respecto á lo dicho, en cuanto á la forma de llevar á cabo cada una de estas operaciones; pero en una cosa coinciden todas: debe emplearse la menor cantidad posible de agua para iniciar la fermentación, pues así es evidente que podrá ser mayor la cantidad de materia alcoholizable existente en la capacidad del cubo, por la cual hay que pagar contribución. Antes, cuando era otra la base para estos impuestos (por ejemplo, el impuesto sobre los alambiques), la relación entre la sustancia seca y el agua en el cubo era de 1 : 8; pero el impuesto sobre los cubos por su capacidad, que parte del supuesto de que de una capacidad dada de cubo sólo puede extraerse una cantidad también fija de alcohol (según la propiedad entonces corriente), hizo cambiar la práctica de la industria, dando origen á un mosto más espeso, en el que la cantidad de agua para una misma de masa seca se redujo hasta un tercio de lo que era antes. Pero para alcanzar un valor tan bajo fué necesario recurrir á la aplicación del vapor como vehículo del calor. En efecto: cierto peso de vapor de agua almacena una cantidad de calor cinco veces y media mayor que el mismo peso de agua hirviendo, y, por consiguiente, es evidente que se exigirá otro tanto menos del primero (que penetra muy bien por entre la masa) para llevar la temperatura al grado deseado. Para hacer fermentar 100 litros de sémola amasada, por ejemplo, son necesarios 45 litros de agua hirviendo, originándose 145 de mosto. Pero estos mismos 100 litros de masa pueden fermentar por el vapor de 8 de agua, y condensado éste no resultan, sin embargo, más que 108 litros de mosto.

Una vez terminada la fermentación sacarina, la temperatura suele ser todavía en el cubo de unos 55° centígrados, y debe rebajarse hasta un grado más favorable para la fermentación alcohólica.

Como, por otra parte, un mosto tan espeso como el que resulta daría por resultado una fermentación incompleta, se procede á esta doble operación de enfriar el mosto y diluirlo, echándole agua fría por cima en cámaras especiales, que suelen ser bajas y construídas de piedra recubierta por un barniz.

La formación del mosto de patatas exige, como se comprende, alguna modificación en la labor. Después que las patatas han sido purificadas por loción de las partículas térreas que pudieran acompañarlas, y cuya presencia en el residuo sería un obstáculo para el aprovechamiento de éste como forraje (existen varios aparatos destinados al objeto, como por ejemplo, unos tambores que se llenan de patata y giran algún tiempo sumergidos parcialmente en agua corriente, etc.), se cuecen por medio de vapor. A este fin se las coloca en altos toneles puestos derechos y que llevan arriba una tapadera que ajusta herméticamente, provista á su vez de un orificio destinado á introducir la patata, y que también puede cerrarse herméticamente. Sobre el fondo propia-

mente dicho, y en dirección inclinada, hay otro fondo agujereado, penetrando el vapor entre ambos por un orificio de la pared lateral. Una vez cocidas las patatas, son transmitidas al aparato triturador por medio del fondo inclinado y otro orificio lateral situado en la parte inferior. Esta máquina consta, en primer término, de unos cilindros de madera, de piedra ó de fundición de hierro (en cuyo caso son huecos), provistos de canales que engranan entre sí y trituran por completo las patatas. El aparato triturador está situado bajo de las cubas de cocción, y lleva sobre los cilindros un embudo que recoge las patatas cocidas; una vez reducidas éstas á pulpa, caen inmediatamente en las tinas de fermentación, en las que se ha hecho de antemano la mezcla de la malta verde, finamente dividida, con tres veces y media su peso de agua próximamente; para cada 100 kilogramos de patatas se toman unos cuatro ó cinco kilogramos de malta. No hay que perder de vista que el mosto no debe alcanzar una temperatura superior á 62° y medio ó 65° centígrados después de la adición de la pulpa de patatas. La habilidad de los obreros consiste, por consiguiente, en tomar para el amasado de la malta un agua más ó menos fría, así como hacer más rápido ó más lento el paso de las patatas por el aparato triturador, en el que se enfrían algún tanto. Durante la adición de la pulpa se agita la masa fuertemente, y después se la deja en reposo de dos á tres horas. A costa del azúcar formado se origina en este tiempo una pequeña cantidad de ácido láctico, que no pudiendo dar alcohol por fermentación, debería considerarse como una pérdida, si no fuera porque este cuerpo ejerce luego una influencia favorable sobre la marcha de la fermentación alcohólica, dando lugar con su presencia á que sea más rápida y completa la descomposición del azúcar. Lo mismo que en el mosto de cereales, hay también que regular aquí cuidadosamente la temperatura del líquido, enfriándolo ó añadiendo agua caliente. Aparte de lo dicho, se practican algunas otras modificaciones en la preparación de las patatas, como, por ejemplo, la disposición de los aparatos trituradores, etc.; pero lo más sencillo y de uso más general es lo consignado en las anteriores líneas.

La fermentación del mosto se deja abandonada á sí misma en cubas de madera; también se han empleado con este objeto especie de cisternas de piedra. Conviene que estos cubos de fermentación estén en un local cuya temperatura pueda fácilmente mantenerse entre los 12° y medio á 17° y medio centígrados. En estos cubos y bodegas debe existir la mayor limpieza, con objeto de que no se inicie una fermentación ácida ó pútrida. El fermento necesario para hacer entrar la masa en fermentación alcohólica se mezcla previamente con algo de mosto que aún no se haya enfriado por completo (á unos 27 y medio á 30° centígrados), y se añade después al mosto, ya suficientemente enfriado en el cubo, agitándolo bien para facilitar la mezcla. Modernamente se toma, en lugar de la levadura de cerveza ó de las heces del mosto,

la llamada levadura artificial, que es un mosto de malta verde con un poco de lúpulo, y que se ha puesto en fermentación por un fermento puro. Desde el momento en que comienza la fermentación en las cubas, las burbujas de gas carbónico que se forman en el seno del líquido arrastran hacia la superficie todas las sustancias sólidas flotantes en el mismo, de igual modo que un pequeño globo eleva en el aire su barquilla. Cuando esta especie de tapadera formada por las heces es porosa, desaparece gradualmente el gas carbónico, y apenas se ve movimiento en el líquido; pero cuando aquellas materias se adhieren con alguna fuerza, el gas carbónico tiene que abrirse camino á costa de grandes esfuerzos, y se observan entonces fenómenos variados. Las burbujas de gas carbónico son en un principio transparentes; pero después, á consecuencia de la multiplicación del fermento, aparecen blanquecinas y opacas. A partir de este momento, puede obtenerse fermento fresco y enviarlo al comercio como levadura prensada, de la cual nos ocuparemos más adelante. Durante la fermentación asciende la temperatura considerablemente en el cubo, siendo la elevación hasta de 12 á 15° centígrados cuando se opera con grandes cantidades. En este caso, el desprendimiento del gas carbónico es muy tumultuoso, y el mosto en fermentación amenaza con frecuencia transponer los bordes de la vasija, sobre todo si el industrial ha dejado poco espacio libre en el cubo, con el fin de economizar gastos. Los reglamentos prohiben recoger el mosto derramado en otras vasijas, así como la aplicación de las llamadas coronas adicionales; pero puede echarse mano del aceite vertiéndole sobre las ondas que se elevan demasiado, pues efectivamente toda grasa (manteca, crema de leche, etc.) extendida en la superficie facilita el rompimiento de las burbujas de gas carbónico, y evita, por lo tanto, el peligro del derrame del líquido. A las cuarenta y ocho horas ha desaparecido en su mayor parte el sabor dulce del mosto, y esta especie de líquido vinoso está ya en disposición de ser destilado. Para iniciar la fermentación se emplea mucho, desde hace unos trece años, el ácido sulfuroso, sumergiendo algún tiempo en una disolución acuosa de éste las partes vegetales feculentas. La ventaja debe consistir en que por la influencia del ácido se hacen más porosas las membranas que encierran el almidón, y de aquí que pueda ser más completa la transformación de éste en azúcar.

Los aparatos de destilación han caminado, al perfeccionarse, en íntima relación con los progresos del procedimiento de fermentación, determinados, entre otras causas, por el aumento de tributación en proporción á la capacidad de las cubas. En efecto, cuando se trataba de los procedimientos antiguos, y el mosto se hacía con grandes cantidades de agua, era posible destilarlo á fuego directo, sin que existiera el peligro de que se inflamara. Pero con la introducción de mostos más espesos, hechos con vapor, se pensó también en utilizar el mismo vapor de agua para volatilizar el alcohol. Por más que la destilación á

fuego directo es un uso relegado ya al olvido, representamos en la fig. 109 uno de los más sencillos de estos aparatos, para referirnos á él al explicar lo que es la destilación en sí misma. En *A* se representa la caldera de cobre empotrada en el muro y sobre el fuego directo; dentro de esta caldera se coloca el mosto vinoso que se quiere destilar: *B* es el capitel que se adapta al cuello de la caldera. Este capitel ofrece al aire alguna superficie de enfriamiento, por lo cual siempre se condensa en él y vuelve á caer á la caldera *A* una parte (la más acuosa precisamente) de los vapores desprendidos por el mosto en ebullición. Los vapores que salen por el pico *C* son más ricos en alcohol, y llegan al tubo de cobre en el serpentín *D*, que se halla en una vasija llena de agua fría (el refrigerante). Aquí pierden su calor, que es transmitido por medio de

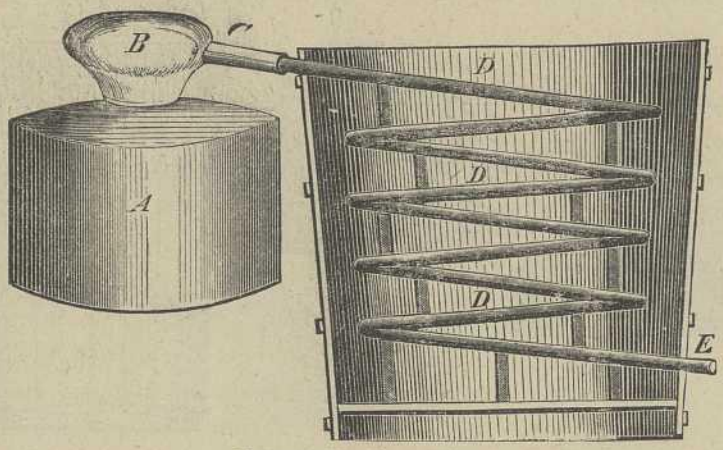


FIG 109.—Alambique sencillo.

cobre al agua exterior, y se condensan totalmente, de suerte que el producto destilado puede gotear por *E*. En este aparato haremos observar al propio tiempo el principio de los refrigerantes de agua. Al calentarse ésta en ellos se dilata y hace más ligera, por lo cual va ascendiendo hasta la superficie, y se encuentra siempre que las capas superiores son las más calientes. Pero como conviene que el enfriamiento sea lo más completo posible, el agua fría tiene que entrar en corriente continua por el fondo del refrigerante, al mismo tiempo que se proporciona salida al agua caliente por la superficie superior. De este modo se obtiene una doble corriente, saliendo el agua que ya ha servido como refrigerante, y entrando la destinada á proseguir esta acción, con lo cual se equilibran y permanecen constantes las diferencias de temperatura.

Con ayuda de uno de estos aparatos no se podría, sin embargo, obtener en una sola operación un aguardiente utilizable como tal, pues el producto de la destilación contendría todavía demasiada parte de agua mezclada, y habría que destilarle de nuevo para que pudiera servir como artículo comercial. Sólo que entonces aumentaban los gastos de combustible y mano de obra, por lo

cual hubo que pensar en algún medio que permitiera economizar lo que con este motivo se aumentaba, proponiéndose á este fin emplear, para sustituir en parte al agua del refrigerante, el mosto destinado á ir llenando la caldera: en efecto, este calentamiento previo podía elevar la temperatura del mosto hasta tal punto, que apenas entrara en la caldera comenzara á hervir. Así se originaron los calentadores, de los cuales da una idea la fig. 110. Como muestra dicha figura, que representa al calentador en sección vertical, se halla éste intercalado entre la caldera y el refrigerante. Dentro de una cuba de madera llena de mosto, hay una vasija anular con dobles paredes de cobre (*a b c d*), que recibe por *e* los vapores alcohólicos procedentes de la caldera. Una parte de éstos se condensa, pero no por eso deja de pasar, juntamente con los vapo-

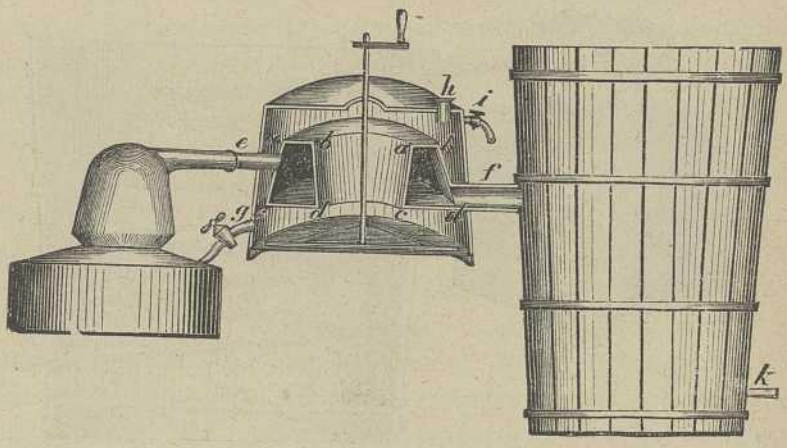


FIG. 110.—El calentador.

res no condensados y por conducto del tubo *f*, al refrigerante, de donde finalmente fluye por *k* el producto total de la condensación. El mosto, mantenido en continua agitación por medio de un aparato especial, recoge el calor desprendido por la condensación de los vapores, y por efecto de esta absorción se eleva su temperatura. Cuando la caldera se vacía á consecuencia de la destilación, se hace pasar á su interior el mosto calentado, abriendo la llave *g*, y á continuación se vierte por *h* mosto frío en la cuba. Dejando abierta la llave en *i*, la salida de líquido por este tubo señala el momento en que la cuba se ha llenado por completo, cerrándose entonces dicha llave.

E. Adams intercaló entre la caldera y el refrigerante varias vasijas, en las que se condensaban los vapores; el líquido así obtenido, que era muy rico en alcohol, entraba después en ebullición por la acción de los vapores sucesivos, cada vez más acuosos, sufriendo de este modo una segunda destilación, cuyo producto era más rico en alcohol que el de la primera, y así sucesivamente. Este principio, de extraordinaria importancia para el progreso ulterior de los aparatos destilatorios industriales, se hace perfectamente inteligible por su

aparato, diseñado en la fig. 111, y que posteriormente fué perfeccionado. *A* es la caldera; *B* y *C* son las alargaderas ó recipientes de cobre elipsoidales, en los cuales se introducen, casi hasta el fondo, los tubos conductores del vapor, *a* y *b*, de modo que sus extremos quedan pronto cubiertos durante la destilación. En cuanto esto tiene lugar, los vapores procedentes de *A* tienen que atravesar el líquido condensado en *B;* al hacerlo, lo calientan hasta ponerlo en ebullición, con lo cual se vaporiza principalmente el alcohol contenido en él, marchando los vapores á condensarse en *C*. Al cabo de poco tiempo se inicia en *C* un proceso análogo de rectificación; de manera que, por último, sale del refrigerante un espíritu sumamente rico en alcohol. En cuanto se ha extraído del mosto contenido en *A* todo el alcohol, se interrumpe la destilación, se carga la caldera con una nueva cantidad de mosto, y se hace pasar también á la caldera, por el tubo de llave *c*, el líquido pobre en alcohol que resta en *B* y *C*. Dejando abierta la llave *c* durante la destilación, de suerte que pueda retroceder continuamente á la caldera el líquido condensado en *B* y *C*, debe obtenerse también un producto muy rico en alcohol á la salida del refrigerante, pues los vapores alcohólicos han venido así á quedar libres de una gran parte del agua que los acompañaba; se ha separado de ellos la *flegma*. Por esta razón, tales aparatos, que permiten una descomposición de los vapores que salen de la caldera en una parte más rica en alcohol y otra más pobre, se llaman *deflegmadores*. Ahora, el que los vapores que llegan al refrigerante contengan una proporción de alcohol más ó menos alta, depende de la temperatura que exista en los deflegmadores; cuanto más baja pueda mantenerse (por ejemplo, rodeándolos de agua), tanto más fuerte es el producto final de la destilación; así, cuando la temperatura de los deflegmadores es de 100° centígrados, los vapores que salen de éstos tienen 42 por 100 de alcohol, y cuando es sólo de 80° centígrados, los vapores expresados tienen un 88 por 100 de alcohol.

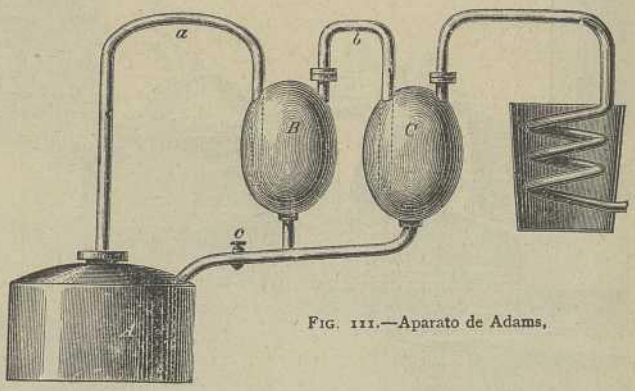


FIG. 111.—Aparato de Adams.

Estos dos procedimientos, la rectificación y la deflegmación, se encuentran aplicados en formas lo más variadas en los numerosos modelos de aparatos destilatorios. *Pistorius*, por ejemplo, construyó el año 1817 un aparato que permitía obtener directamente del mosto un aguardiente muy fuerte. Este aparato se halla representado en la fig. 112. *A* y *B* son dos calderas, unidas entre sí

por el tubo *G*. *F* y *F*¹ son agitadores. *D* es un mecanismo que tiene por objeto hacer posible un ensayo de la riqueza alcohólica de los vapores que se desprenden hacia el fin de la destilación. Los vapores alcohólicos que parten de la caldera *B* (la cual es una combinación curiosa de caldera propiamente dicha, calentador y rectificador) desaparecen por el tubo *L*, pasan al *N*, y desde éste penetran en el rectificador *M*, que contiene en su interior una alargadera *T*, por medio de la cual queda dividida en dos porciones, que se llenan con mosto. Los vapores procedentes de *N* penetran en el espacio hueco que queda entre ambas paredes (*r r r r*), desapareciendo por los dos tubos *v v* reunidos

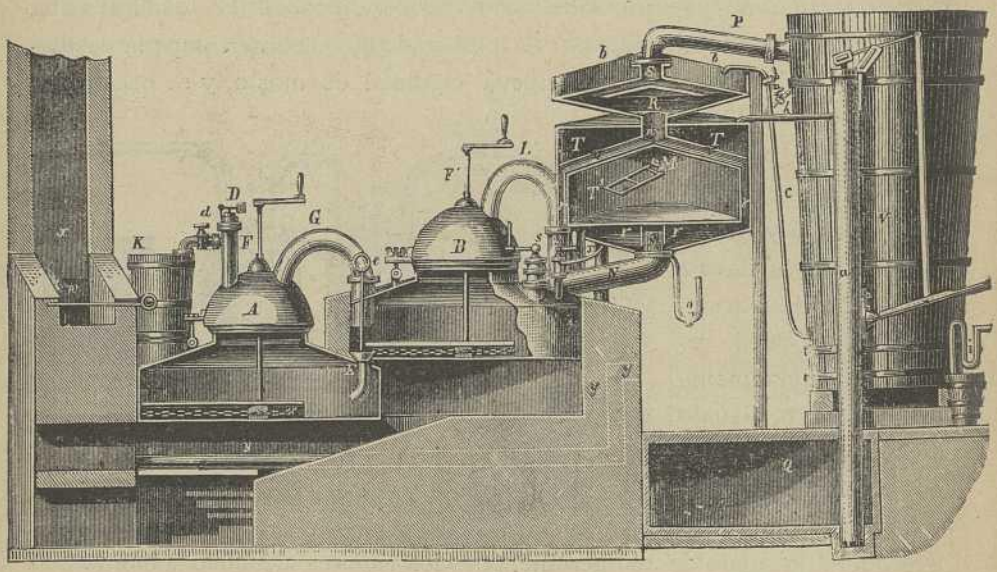


FIG. 112 —Aparato destilatorio de Pistorius.

en *w*, penetrando en *R* (el deflegmador), donde abandonan la mayor parte del agua; el espacio *R* se llama cubeta de Pistorius. Los vapores no condensados marchan por *P* al refrigerante *V;* el líquido condensado en *R* se hace caer de tiempo en tiempo á la caldera *B* por el tubo *x*. En nuestro dibujo, la caldera *A* está colocada directamente sobre el fuego, y es ancha y baja para ofrecer mayor superficie de evaporación, y acelerar, por consiguiente, la destilación. Pero cuando se introdujo el uso de un mosto más espeso, de modo que la volatilización del alcohol tenía que producirse mediante el arrastre de éste por el vapor de agua, hubo que modificar también el aparato. Un tubo conducía el vapor de agua desde la caldera hasta cerca del fondo de la marmita en que estaba contenido el mosto, y que para que el contacto con el vapor fuera lo más prolongado posible, tenía una forma especial, bastante profunda, cuya disposición debía ofrecer evidentemente grandes ventajas.

El aparato de Pistorius recibió importantes perfeccionamientos, sobre todo

en sus partes más características, el deflegmador ó bacineta de Pistorius. Dorn, y más particularmente Gall y Siemens, han propuesto para esta parte del aparato construcciones muy ingeniosas, con las cuales se aspiraba á realizar, por diferentes caminos, el mismo objeto, que no es otro que poner en contacto con una superficie metálica lo más extensa posible, y enfriada por un chorro exterior de agua, los vapores espirituosos que se quieren deflegmar. Entre estos medios hay uno muy conveniente, que consiste en hacer recorrer al agua del refrigerante una marcha opuesta á la que siguen los vapores de alcohol.

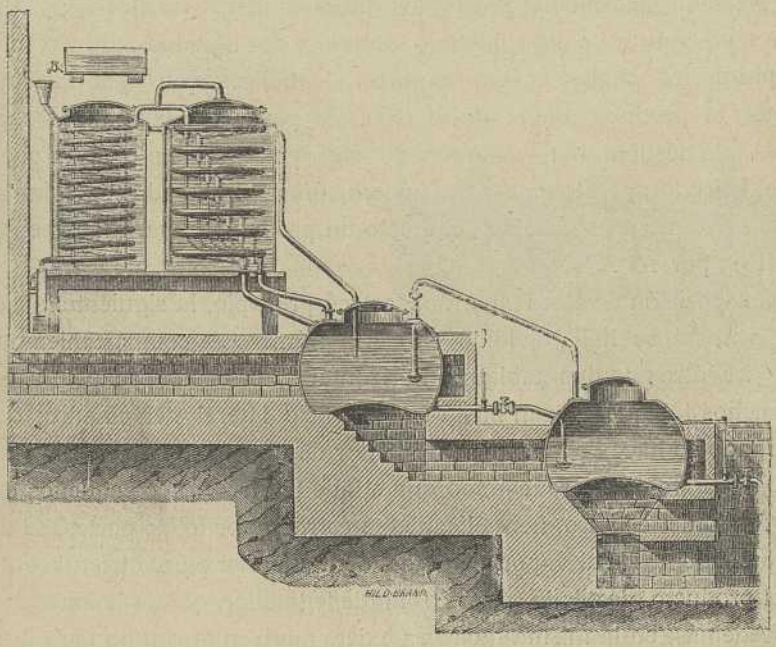


FIG. 113.—Aparato de Laugier para la destilación de aguardientes de vino.

Otra disposición muy característica del deflegmador es la que presenta el aparato de *Laugier* (fig. 113), empleado con preferencia en Francia para la destilación de aguardientes de vino. Tiene también dos calderas, de las cuales la inferior sirve para producir el vapor que ha de calentar el líquido de la caldera del alambique propiamente dicho. La comunicación recíproca entre ambas se comprende fácilmente en nuestro dibujo. La caldera superior comunica con el deflegmador ó analizador, que es un recipiente en el que hay un serpentín, cuyas espirales se hallan en comunicación por su cara inferior con una serie de tubos que se abren en la caldera superior, á la cual retrocede por ellos el líquido que se ha condensado en aquéllas. Además, existe también comunicación recíproca entre las espirales, de las que la última conduce los vapores aún no condensados á otro serpentín situado á la izquierda del deflegmador y rodeado de un refrigerante, en el cual se condensa el producto final de la des-

tilación que fluye por la parte inferior. El refrigerante del último serpentín se llena con vino frío, que, á medida que se calienta, pasa al del deflegmador, y, por último, desde aquí á la caldera del alambique.

La introducción del vapor en los aparatos destilatorios ha dado lugar modernamente á extensas aplicaciones. Se ha conseguido prolongar de la manera más ingeniosa el camino que el vapor tiene que recorrer á través de la mezcla líquida que se somete á la destilación, y con esto, no sólo se ha aumentado la superficie de contacto, sino que además se ha añadido la ventaja de que el vapor más caliente pase en primer término por el mosto, ya casi completamente agotado, haciéndole perder los últimos restos de alcohol; y á medida que su temperatura va descendiendo, atraviese por líquidos cada vez más ricos en espíritu, los cuales emiten vapores alcohólicos con más facilidad; así aumenta el producto de la destilación. Al pasar por las últimas capas, los vapores que destilan han abandonado casi por completo el agua que contenían, existiendo aparatos de este género, ó sea el llamado de columna, que permiten obtener directamente del mosto un producto cuya riqueza en alcohol llega al 95 por 100.

La disposición de estos aparatos es, en principio, la siguiente: un cilindro hueco vertical se halla dividido en cierto número de compartimientos, separados por otros tantos tabiques horizontales, provistos de pequeños orificios. Dichos tabiques llegan hasta la superficie lateral del cilindro; de modo que cuando se hace llegar vapor al interior de uno de los compartimientos, no puede aquél tomar otro camino que el que le ofrecen los pequeños orificios. En el fondo del cilindro, herméticamente cerrado por todas partes, se abre un tubo que da entrada al vapor; de la tapadera superior parte otro tubo, que conduce el producto destilado primero al deflegmador, y desde aquí al refrigerante. Además, en la misma tapadera existe también otro tubo para introducir el mosto, que cae directamente sobre el diafragma superior, pasando por los orificios de éste y los sucesivos á las partes más bajas, y siendo entretanto atravesado por el vapor en multitud de filetes ó pequeños surtidores. Así resulta tan perfectamente realizado el proceso de agotamiento á que antes hemos hecho referencia, que, á medida que penetra por arriba el mosto fresco, sale por una llave de desagüe, situada en el fondo del cilindro, el líquido restante, casi en absoluto privado de alcohol. Es conveniente regularizar con cuidado la tensión del vapor para que no se interrumpa la marcha de la operación, ni tampoco se acelere en demasía.

Es evidente que en los aparatos antes descritos sólo puede hacerse uso de mostos por completo líquidos y fluidos, como el de melaza y otros, pues de lo contrario podrían obstruirse los orificios de la caldera. Sin embargo, modernamente ha construído Siemens aparatos análogos, aplicables á cualquier clase de mosto, en los cuales pasa éste de unos á otros departamentos por medio

de tubos especiales de descenso adaptados á las paredes del cilindro. En general no es ya aplicable, como antes, el nombre de criba á los tabiques de separación de los aparatos modernos, sino que más bien son verdaderas planchas que sólo están agujereadas en algunos puntos, á través de los cuales se establece la comunicación en un sentido descendente por medio de los tubos para el líquido, y en sentido ascendente por medio de surtidores especiales de vapor; estas planchas reciben propiamente el nombre de diafragmas.

La fig. 114 hace que se comprenda la disposición de uno de estos aparatos de columna, mostrando tan sólo dos de sus elementos ó compartimientos. El mosto corre desde el compartimiento superior *A* al inmediato inferior *B*, á través de los tubos *a*, cubriendo el fondo del segundo hasta la altura á que se abre en él el tubo *b*, que conduce al compartimiento *C*, y no pudiendo ascencender más porque desde este momento cae por dicho tubo, *b*, al compartimiento *C*. Lo mismo ocurre en los sucesivos; de modo que cuando el aparato se halla en marcha, todos los diafragmas se hallan cubiertos de una capa de mosto de igual altura. El mosto completamente agotado abandona, por último, el aparato desde el compartimiento inferior. En oposición á esta marcha del mosto de arriba abajo, siguen los vapores una ascendente; los tubos á través de los cuales se verifica ésta, son de una forma particular, encorvándose hacia abajo por su extremo superior, *B*, de tal manera, que su abertura se halla dentro de la capa de mosto y los vapores se encuentran obligados á atravesarla antes de salir al espacio libre, situado encima de la misma. De aquí que arrastren consigo en estado de vapor una parte del alcohol contenido en el mosto, á cambio del cual dejan condensada una porción correspondiente de agua. Cuanto mayor altura alcanzan los vapores, tanto más ricos se hacen en alcohol, pues por una parte disminuye el agua que contienen á medida que van encontrando temperaturas más bajas, y por otra aumenta la cantidad que poseen de alcohol por el encuentro de capas de mosto, tanto más ricas en él cuanto menos han sufrido la influencia del vapor. Si, pues, el cilindro es suficientemente alto, los vapores alcohólicos que salen del extremo superior van cargados tan sólo de una pequeñísima proporción de agua. El mosto, por el contrario, pierde de continuo en riqueza alcohólica á medida que desciende; y como al mismo tiempo va siendo atravesado por vapores cada vez más calientes y pobres, llega, por fin, á perder las últimas trazas de alcohol en el compartimiento inferior, donde es verdaderamente lavado por el vapor de agua pura y á 100° ó más, y abandona el aparato después de ago-

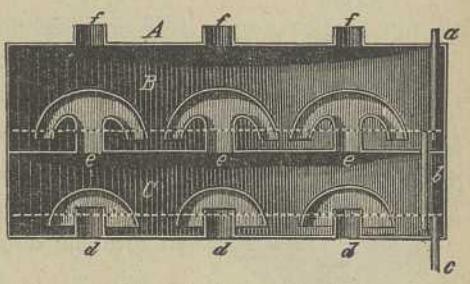


FIG. 114.—Disposición de un aparato de columnas.

tado por completo. Los surtidores, de los que sólo aparecen tres en cada compartimiento en la fig. 114 *(d, e, f)*, están distribuídos por toda la superficie de los diafragmas, y su disposición es tal, que el mosto debe recorrer el camino más largo posible alrededor de cada uno de ellos antes de caer al compartimiento inmediato inferior, lo cual hace que toda su masa venga á ponerse en contacto con los vapores ascendentes. Con este objeto, los tubos procedentes del compartimiento superior, *b*, y los destinados á conducirle al inferior, *c*, bien se abren en los extremos opuestos de un diámetro del diafragma, ó bien se interpone entre sus bocas un tabique, que obliga al mosto á dar una vuelta á su alrededor (véase fig. 115). Los surtidores de vapor han sufrido varias modificaciones; por lo general se adapta simplemente sobre su extremo superior saliente una especie de campana de palastro, cuyo borde inferior, dentado en forma de sierra, se sumerge hasta cierta profundidad en el mosto; esta disposición es la representada en *C* (fig. 114). Desde el cilindro ó columna pasan los vapores alcohólicos á un deflegmador especial, y desde éste á un tubo condensador, del cual sale el producto alcohólico destilado en estado líquido.

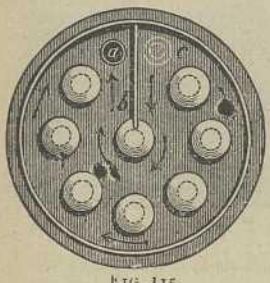


FIG. 115.
Disposición de los tubos conductores del líquido.

La invención de este aparato destilatorio tuvo lugar en Francia, donde el mosto de melazas procedentes de la fabricación de azúcar ofrecía una primera materia muy adecuada para esta industria, y donde también se obtienen cantidades considerables de espíritu de la misma raíz de remolacha. El nombre de aparato de columna ó de pila que lleva, alude á su parte más esencial, ó sea el cilindro vertical dividido en capas. No podemos seguir aquí paso á paso la historia de su desenvolvimiento, por más que ofrezca el mayor interés; tenemos, pues, que limitarnos á mencionar que *Cellier-Blumenthal* fué el primero que condujo al terreno práctico la idea, antes emitida, en que se fundan los nuevos aparatos, y que después, *Savalle* y otros varios han perfeccionado el primitivo de Cellier-Blumenthal.

RECTIFICACIÓN DE LOS ALCOHOLES

El producto de la destilación, tal como se obtiene directamente partiendo de las primeras materias suministradas por la agricultura, no es todavía apropiado para las múltiples y extensísimas aplicaciones que de los alcoholes, ó más bien de los espíritus refinados, se han hecho en los últimos años. En primer lugar, no está, por lo general, bastante concentrado para poder servir en la industria como disolvente, por ejemplo, de las resinas, lacas, aceites etéreos para la preparación de perfumes, etc., etc.; por otra parte, contiene todavía los

productos secundarios de su preparación, cuyo conjunto se designa con el nombre de aceite empireumático, y que se han manifestado completamente incompatibles con todos aquellos fines en que el alcohol viene á formar parte de un artículo de consumo como bebida del hombre. Estos últimos son de naturaleza muy variada; pues no sólo se consumen grandes cantidades de alcohol para la fabricación de aguardientes y licores, sino que encuentra, además, extensa y no despreciable aplicación en la fabricación de vinos, cervezas, y, en general, de bebidas fuertes destinadas á la exportación á grandes distancias.

De aquí que los alcoholes tengan que someterse á una rectificación que los concentre y purifique del aceite empireumático, y que, en lo esencial, consiste sencillamente en una nueva destilación, por medio de la cual se separan del alcohol, lo más completamente posible, las sustancias menos volátiles que él. En los últimos treinta ó cuarenta años se ha desenvuelto una importantísima rama de industria en gran escala destinada á este fin, y que recogiendo los productos alcohólicos suministrados por todas las industrias agrícolas de este género, los devuelven al comercio rectificados, es decir, privados de aceite empireumático y con una riqueza de 96 á 98 grados alcohólicos. En Alemania tiene asiento esta alta industria principalmente en Berlín, Aschersleben, Magdeburgo, Breslau y Leipzig, exportándose el producto refinado al Norte, Italia, Suiza, antes también á Francia, y recientemente, en grandes cantidades, á nuestro país, si bien la mayor parte se consume allí mismo. Para comprender cuán enormes cantidades de alcohol se someten á la rectificación en tales fábricas, nos bastaría visitar una de ellas, la de W. Stengel, en Leipzig, por ejemplo, y observar la capacidad de los aparatos que allí funcionan día y noche. En un salón de gran altura se ven tres gigantescos alambiques de columna, de Savalle, colocados uno al lado del otro y en actividad los tres, así como otros tantos sifones colocados en una de las paredes bajo campanas de cristal, y por los cuales se ve pasar sin interrupción el alcohol rectificado, procedente del aparato. Cada uno de estos produce, por hora, de 5 á 6.000 litros de espíritu concentrado y completamente exento de aceite empireumático, lo que supone al día un total de 120.000 por aparato, ó sea 360.000 para los tres; y contando que al año se trabaje sólo durante ocho meses, resultan próximamente 90 millones de litros. El alcohol amílico (ó aceite empireumático), que en los espíritus sin rectificar se halla contenido en una proporción sumamente pequeña, se recoge en dichas fábricas por centenares de quintales, vendiéndose por toneles; pues cuando su olor desagradable no es obstáculo para ello, puede emplearse como materia de alumbrado, ardiendo en lámparas construídas expresamente. Puede también utilizarse, como ya hemos indicado, para obtener esencias de frutas artificiales; pero la mayor parte va á parar á Inglaterra, para falsificar, según parece, el petróleo, que es mucho más caro.

La disposición de los aparatos de columna para la rectificación del espíritu corresponde en principio completamente á la de los aparatos análogos empleados en las destilerías, pudiendo uno de éstos últimos utilizarse, ni más ni menos, como rectificador. Cuando, por ejemplo, no se introduce el mosto por el compartimiento superior, sino por el tercero ó cuarto, las cavidades de encima, vacías de líquido, actúan como rectificadoras, obteniéndose un producto más concentrado que de ordinario. Sin embargo, la naturaleza del líquido destinado á contener los aparatos rectificadores, permite ciertas modificaciones de detalle que hacen aparecer algo diferente el corte de estos últimos (representado en la figura 116), con respecto al de la fig. 114, correspondiente á los primeros. En dicha fig. 114, *A* representa la caldera del alambique, en la que se introduce el líquido que se quiere rectificar por el tubo *e*. El tubo de vapor *a* se divide en dos brazos, de los cuales el superior conduce directamente á la caldera, y el inferior se abre en una espiral plana, por medio de la cual se pone el líquido en ebullición; por *d* desaparece el agua condensada; *g* es una llave de prueba que conduce directamente los vapores desde la caldera al serpentín de un pequeño refrigerante. Sobre la caldera del alambique se halla la columna *B*; los vapores alcohólicos que salen de ésta pasan por el tubo *n* al deflegmador *C*, cuyo serpentín se halla interrumpido en el centro por el llamado analizador, *o*, intercalado en aquél, de modo que el líquido condensado en la parte superior de dicho serpentín retrocede á través de los tubos *p p*, á uno de los compartimientos superiores de la columna rectificadora, mientras que los vapores alcohólicos no condensados son conducidos por el tubo *q* á la parte inferior del serpentín del deflegmador, desde donde penetran en un segundo analizador *o'* para abandonar aquí el líquido condensado, que pasa por el tubo *p'* á la columna, siguiendo ellos á través del tubo *r r* hasta llegar al serpentín del refrigerante propiamente dicho,

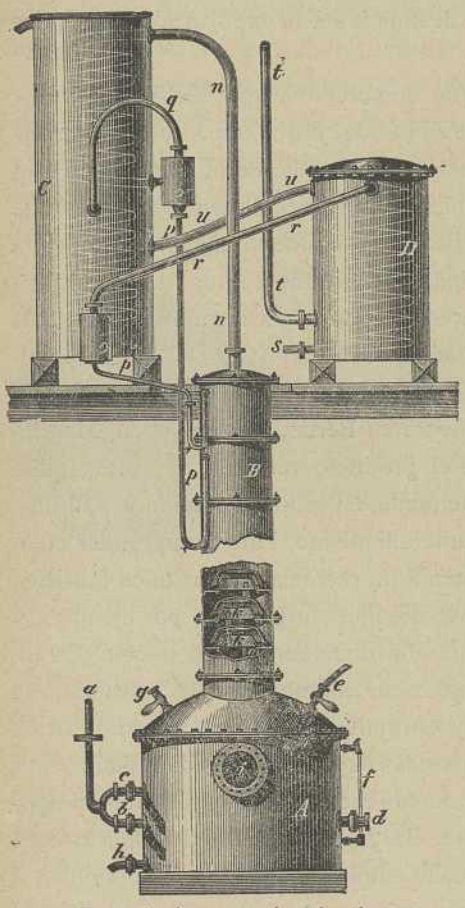


FIG. 116.—Aparato contínuo de columnas para la rectificación de espíritus.

donde finalmente se condensan por completo en virtud del enfriamiento. Este producto de la destilación fluye por *s*. El refrigerante *D* recibe agua fría por el tubo *t;* á medida que ésta se calienta, pasa por *u* al deflegmador *C*, el cual la expulsa muy caliente por el tubo *v*. La disposición interna de la columna *B* permite reconocer que los vapores ascendentes pasan de uno á otro compartimiento por medio de anchos tubos cónicos, cada uno de los cuales está tapado con una válvula dentada inferiormente, en forma de sierra, y que obliga a l vapor á atravesar la capa de líquido, que cubre el fondo de cada departamento hasta la abertura de los tubos que le dan salida.

Antes de comenzar la destilación se llenan de agua todos los compartimientos de la columna rectificadora; inmediatamente después se hace pasar á la caldera llena del líquido que se quiere someter á la rectificación el vapor que atraviesa por los tubitos interiores á dicha caldera y pone en ebullición el líquido contenido en ella. Los vapores producidos por este líquido son absorbidos al principio, en su mayor parte, por el agua puesta previamente en los compartimientos de la columna, de modo que el primer producto que sale del serpentín tiene sólo una pequeña proporción de alcohol. Este primer producto se recoge aparte y se guarda para una nueva rectificación. Pero gradualmente va adquiriendo mayor concentración, pudiendo llegar á una riqueza alcohólica de 96 y hasta 98 por 100. En este momento es también lo más puro el producto, quedando condensadas en su totalidad, en el líquido que cubre los diafragmas de la columna, las sustancias empireumáticas que le acompañaban y que son menos volátiles; para este fin es de la mayor importancia la regularización del calor. Sólo cuando disminuye la proporción de alcohol existente y adquiere el aparato en todas sus partes temperaturas más elevadas, es cuando aparecen en el líquido destilado aquellas perjudiciales impurezas; de aquí que se separe este producto para someterlo á una nueva rectificación, á partir del momento en que el alcohómetro señale próximamente 50°, continuando haciendo lo mismo con los residuos sucesivos hasta haber extraído por completo todo su espíritu. La redestilación de estos residuos deja en el aparato todo su alcohol amílico, que se recoge en toneles. Aunque esta separación es completa cuando la operación se verifica cuidadosamente, todavía se suele hacer pasar por carbón una parte del alcohol rectificado, particularmente la que se destina á servir como artículo de beber, mediante la adición de un pequeño número de ingredientes; los consumidores le alaban por la suavidad de su sabor.

Para alcanzar una deshidratación lo más completa posible del alcohol rectificado, ó, lo que es lo mismo, obtener un alcohol absoluto, como se llama, se destila aquél con cloruro de calcio, después de haberlo hecho con carbón vegetal. Naudin y Schneider, de París, depuraban el alcohol con hidrógeno desarrollado en el seno del alcohol mismo, bien por medio del cinc ó el

hierro con ácido clorhídrico ó sulfúrico diluído, bien por la descomposición del agua mediante la amalgama de sodio ó una corriente eléctrica originada por un par de cinc y cobre. También se ha empleado con el mismo objeto, por Eisenmann, de Berlín, el aire ozonizado.

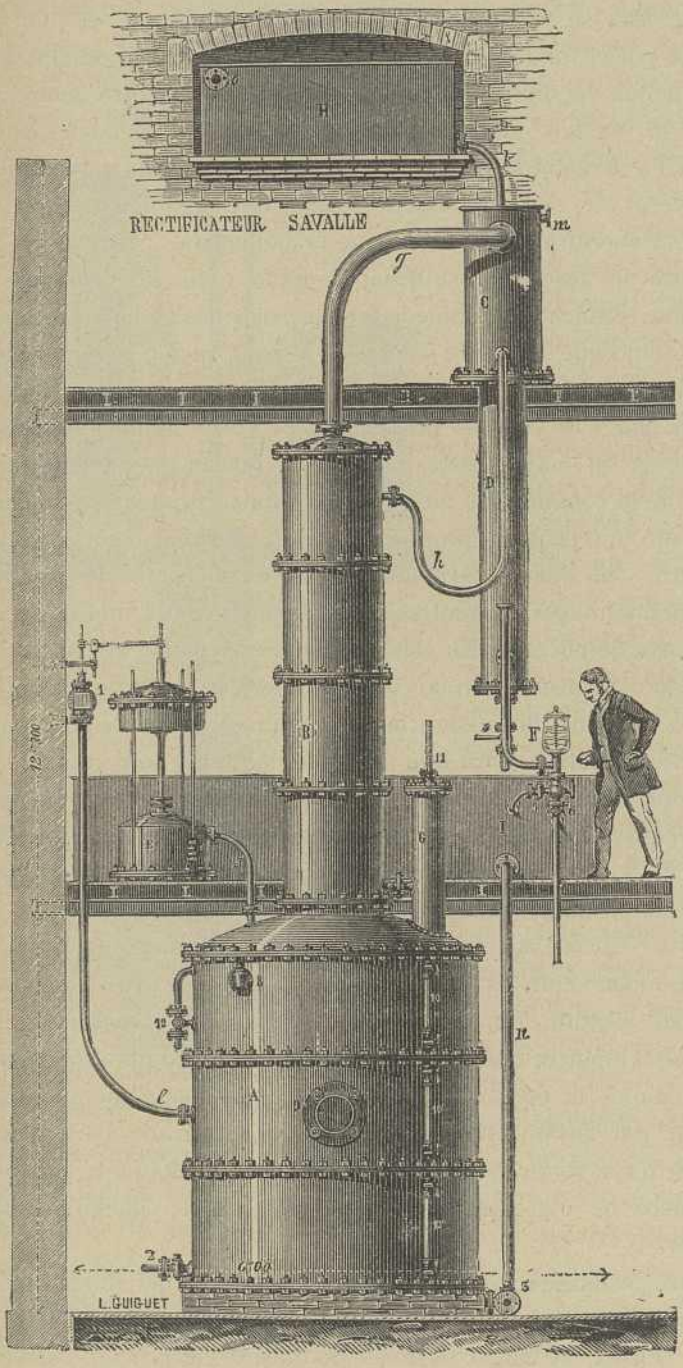


FIG. 117.—Aparato de columnas para la rectificación de espíritus.

Para nuestro dibujo hemos elegido, para mayor claridad, una disposición que muestra aisladamente las diferentes partes esenciales de uno de estos rectificadores. Los aparatos, tales como hoy se suelen emplear en la alta industria, ofrecen aspecto algo diferente, debido, por una parte, á que en su construcción se ha atendido á que todas sus piezas sean fácilmente accesibles, y por otra, al gran número de aparatos secundarios reguladores, aparatos de comprobación, etc., que llevan anexos, y de los cuales no podemos ocupar-

nos aquí. La fig. 117 ofrece la vista de uno de estos aparatos de rectificación, tales como se ofrecen á nuestra observación en las fábricas. En ella, *A* es la caldera; *B*, la columna; *C*, el deflegmador; *D*, el refrigerante; *E*, un regulador automático del calor y la tensión de vapor en el interior del aparato; *F*, un mecanismo de prueba, que da también la cantidad de producto rectificado que fluye por hora; *G*, una cámara de vapor provista de un termómetro, y que viene á funcionar hacia el fin de la destilación para separar el alcohol amílico: los vapores penetran en el deflegmador por *g;* el líquido aquí condensado retrocede por *h* á la columna; *i* es el tubo de salida para el producto destilado; *k* conduce al refrigerante el agua desde el depósito *H*, y por *m* sale dicha agua del refrigerante. La entrada del vapor á la caldera se verifica por *l*.

No hay para qué decir que en una fábrica como éstas, donde constantemente se halla sometida á la acción del calor una de las sustancias más volátiles, hay que vigilar de continuo todas las partes del aparato, en especial las junturas; hay que regularizar con la mayor exactitud la temperatura, y hay que cuidar de que los refrigerantes no cesen de funcionar un solo instante, etc., etc. Lo contrario tendría por consecuencia, no sólo un gran peligro de incendio, sino también una pérdida continua y muy sensible de materia. En realidad, no se percibe en los diferentes departamentos de estas fábricas más que un suave olor aromático, pero no se descubre la presencia de vapores de alcohol ni de aceite empireumático. Existen tubos conductores que atraviesan todo el edificio y limitan el camino recorrido por los líquidos impelidos mediante bombas, de modo que no hay lugar á transvasarles al descubierto. Las cubas de espíritu sin rectificar se descargan en bodegas especiales, que contienen en sus sótanos grandes depósitos de cemento, para lo cual, puestas las cubas con el orificio destapado sobre los depósitos, se las deja allí, moviéndolas suavemente hasta que no cae ni una gota de líquido. Los depósitos de espíritu en bruto se hallan en comunicación con los de alcohol rectificado por medio de un tubo conductor cerrado, en el cual están intercalados los aparatos; de manera que en su camino, hasta el punto en que el producto elaborado se introduce de nuevo en las cubas destinadas á la expendición, tiene lugar un verdadero desdoblamiento del producto primitivo en sus diferentes partes componentes, pero sin que pueda originarse más que una pérdida insignificante en su masa.

FABRICACIÓN DE ALCOHOLES CON ARROZ, CASTAÑAS DE INDIAS, REMOLACHAS, ETC.

Entre los materiales feculentos que se utilizan para producir alcoholes, aparte de los cereales comunes y patatas, sobresale en primer término el arroz, que, cuando es suficientemente barato, constituye una primera mate-

ria excelente para esta industria. El licor llamado *arak* se obtiene por la destilación del arroz. No menos á propósito para el mismo fin es el maíz, cuyo cultivo ofrece al mismo tiempo una cantidad considerable de forraje verde. La misma castaña de Indias permite transformar en un artículo comercial bastante apreciado lo que casi puede decirse que carece por sí mismo de todo valor. El topinambur contiene una especie de fécula particular (inulina) y azúcar; podría, pues, cultivarse en gran escala, tanto más, cuanto que deja un residuo sumamente alimenticio. Las legumbres son, en su mayor parte, demasiado caras para proporcionar un resultado ventajoso desde este punto de vista; aparte de que el gusto del espíritu obtenido con ellas no es de los mejores.

Entre los materiales azucarados cuya preparación es naturalmente más sencilla, porque no exigen una transformación previa como los feculentos, se encuentran en primer término las melazas; es decir, los residuos almibarados de las fábricas de azúcar que no prestan ya azúcar sólido cristalizado; el ron legítimo se obtiene por fermentación de dichas melazas. La remolacha amarilla de gran tamaño, y particularmente las variedades de esta raíz propias para la extracción del azúcar, trituradas, bien en crudo, ó bien despues de cocidas, y mezcladas con un fermento, así como las disoluciones concentradas de azúcar obtenidas por loción de aquéllas, han encontrado gran aplicación para la preparación de alcoholes por fermentación desde que las enfermedades de la patata comenzaron á hacer estragos en esta planta. Sin embargo, el aguardiente obtenido de la remolacha conserva un olor desagradable. Todavía es más repulsivo el olor del fabricado con las melazas de azúcar de remolacha, cuyo residuo ni siquiera puede utilizarse como forraje, en virtud de la gran proporción de sales que contiene. Entre las raíces que sirven como primera materia en la fabricación de espíritus, mencionaremos todavía la hierba conocida con el nombre de grama, y la raíz de rubia. Esta última, que se usa en tintorería, contiene cierta cantidad de azúcar, que puede extraerse transformada en alcohol, sin que esto influya para nada en el valor de dicha raíz como materia colorante.

Los materiales citados son los más importantes en la industria; podría señalarse todavía algunos otros que completan la serie total de ellos, y que se emplean particularmente para ciertos fines especiales, como la preparación de determinados licores espirituosos; pero en la gran industria tienen escaso interés. En cambio han dado mucho que hablar en los últimos años dos sustancias empleadas como primera materia para la obtención de espíritus, y de las cuales no se hubiera sospechado ciertamente á primera vista que fueran susceptibles de semejante transformación, por más que la mágica química nos haya acostumbrado ya á creer en otros milagros por el estilo: dichas sustancias son la madera y el carbón de piedra. Al parecer, no tienen estas materias de común con el alcohol otra cosa que su condición de ser combustibles, y, sin embargo, es un hecho, de antiguo comprobado, que la fibra vegetal ó

celulosa puede convertirse, mediante el tratamiento por los ácidos diluídos, en azúcar de uva, que á su vez, y por la fermentación, se transforma en alcohol. En cuanto al carbón de piedra, su metamorfosis cae dentro de un terreno que hasta hoy sólo suele ser explorado por los hombres dedicados á la ciencia.

Hace ya tiempo que se intentó la fabricación de alcohol, á partir de la madera; pero á pesar de que la primera materia es evidentemente muy barata, no hay aún fundamento para presagiar á este procedimiento gran porvenir. Los gastos de elaboración, particularmente por el consumo de ácidos, eran tan elevados, que el precio del producto elaborado resultaba también excesivo. Cien kilogramos de serrín de madera podían dar unos 30 á 33 litros de alcohol de 90 grados centesimales, para los que, y por efecto principalmente del citado consumo de ácidos, se exigía un gasto de unas 33 pesetas, que, en comparación del que corresponde á otros procedimientos, no ofrecía ninguna ventaja. Modernamente se enlaza este procedimiento industrial con la elaboración de pasta de papel, también partiendo de la madera, y que, efecto de la escasez, cada vez más notable, de trapos, adquiere de día en día más aceptación. Para la preparación de papel, las partes de la madera que tienen mayor valor son las compactas y membranosas, mientras que las porciones adheridas á aquélla, y que constituyen la llamada celulosa en esponja, se transforman con más facilidad mediante el tratamiento con los ácidos en azúcar fermentable. Sin embargo, los resultados obtenidos no han satisfecho todavía las esperanzas concebidas, y lo mismo sucede también con el llamado espíritu mineral, ó sea alcohol obtenido con el carbón de piedra, que tanto ha excitado la curiosidad, y que sólo por este motivo mencionamos.

Desde muy antiguo era conocido por los químicos el hecho de que, calentando con ácido sulfúrico el alcohol, se transformaba éste en un gas que ardía con una llama brillante, el gas oleífico ó ethyleno. Hay más aún; los químicos habían conseguido reproducir con este gas el alcohol por métodos apropiados. Ahora bien: el gas del alumbrado extraído por la destilación seca del carbón mineral contiene hasta un 10 por 100 del ethyleno, y en esto se fundaban las esperanzas de transformar el carbón de piedra en espíritu. En Francia (San Quintín) se anunció en los periódicos con gran énfasis la fundación de una fábrica, cuyos aparatos recibirían por un lado carbón de piedra y desprenderían por el otro alcohol purísimo. Pronto se comprendió que la cosa no pasaba de ser reclamo sin importancia. Es cierto que se exhibía por todas partes un litro de este alcohol preparado con gas ethyleno; pero el químico francés Payen ha demostrado que el gas ethyleno empleado con este objeto había sido preparado previamente con alcohol, y que los gastos de obtención de dicho espíritu podían calcularse en unos 300 francos por litro. Se comprende, pues, que los industriales no hayan querido entrar en semejante negocio. A pesar de todo, es indudable que puede hacerse alcohol con carbón de piedra,

y tal vez llegue un día en que se descubra para ello un procedimiento práctico y económico.

Hemos dicho que, si no para la fabricación en grande escala de espíritus, para la preparación de aguardientes, se hace uso de otros diversos materiales. Así, por ejemplo, entre las variedades de frutos que se prestan á ello, encontramos las pequeñas cerezas negras, que, exprimidas y trituradas en parte con el hueso, sometidas á la fermentación y destiladas, suministran el agradable licor llamado *kirsch*, que se fabrica principalmente en Suiza y en la Selva Negra, y también, aunque no tanto, en Francia. En Hungría y Dalmacia se prepara con la ciruela el aromático licor llamado *slibowitz*. Con otros varios frutos, particularmente la frambuesa, se obtienen aguardientes especiales, y las suecas utilizan hasta como perfume dicho espíritu destilado de la frambuesa. Las bayas de enebro contienen mucho azúcar, que se suele extraer por el agua, dejando fermentar la disolución y destilándola, con lo cual se obtiene el aguardiente conocido con el nombre de *borovicska*. En Suecia y Noruega se han utilizado también modernamente, para la preparación de aguardientes, ciertos líquenes. La *ginebra*, de fama universal, y preparada por los holandeses, debe su olor de enebro á la adición de una pequeña cantidad tan sólo de estas bayas; es simplemente un aguardiente de centeno ó cebada fermentada, cuyo mosto se compone con muy poco fermento, y, por consiguiente, puede fermentar muy poco antes de ser destilada, lo cual debe ser la causa de su gusto característico.

Prescindiremos ya de otros materiales que en casos particulares se emplean todavía, y consignaremos, por último, el vino, á cuyo detenido estudio consagramos el capítulo inmediato. Naturalmente, los vinos bebibles no se destinan jamás para obtener aguardientes. Sólo las viñas inferiores son las que se utilizan, ó mejor sus frutos, para preparar los diferentes aguardientes de vino y espíritus, que en los países vitícolas, es decir, donde se cultiva la vid, pero no en los que se fabrican vinos, juegan un papel no despreciable. En Francia tiene una celebridad especial la comarca de Armagnac y Cognac, en el departamento de la Charente, por sus excelentes productos de destilación del vino.

En el comercio de aguardientes se tiene muy en cuenta, como es natural, la riqueza en alcohol puro de dichos líquidos. Para la determinación de ésta se usa el llamado alcohómetro centesimal, ó de Gay-Lussac (especie de areómetro del cual nos hemos ocupado en el tomo II, páginas 122 y siguientes). Este instrumento está dividido en grados de tal modo, que se sumerge en el agua pura hasta el 0° de la escala, que se prolonga desde este grado hasta los 100°, es decir, el punto hasta el cual se sumerge en el alcohol puro; cuanto más penetra el alcohómetro en el líquido, tanto más rico es éste en alcohol absoluto; y como que el aguardiente no se vende por peso, sino en volumen, las divisiones de la escala del alcohómetro representan partes en volumen, y no en peso, como había hecho en un principio Richter. Así, cuando un aguar-

diente señala 50° del alcohómetro centesimal, quiere esto decir que en 100 litros de él hay 50 litros de alcohol puro. Al usar el alcohómetro hay que tener en cuenta la temperatura, pues en un mismo líquido penetra aquél á mayor profundidad cuando está caliente que cuando está frío. Si no se quiere, pues, pagar como grados alcohólicos los grados de temperatura, hay que mirar exactamente las indicaciones del pequeño termómetro que acompaña al alcohómetro, y, ó bien procurar que la observación se haga á 15° de temperatura, ó bien reducir el resultado al valor que le correspondería si la temperatura fuera la mencionada, mediante tablas adecuadas. Los datos que consignamos á continuación pueden dar una idea de la extensión é importancia de la fabricación de alcoholes.

El profesor Gabla, en una relación sobre la industria del alcohol y de la vinificación en Alemania y Austria (*Anales de agricultura*, 1887), refiere que en 1883 trabajaron en Rusia 2.517 destilerías; en Hungría 40 grandes fábricas y 400 destilerías agrícolas; en Alemania estaban en actividad 8.450 destilerías, entre ellas 573 agrícolas de cereales.

Finalmente, reunimos en el siguiente cuadro las cifras que indican la producción de alcohol en las principales naciones durante el año 1884:

	ALCOHOL ABSOLUTO EN HECTOLITROS
Gran Bretaña	13.544.357
Estados Unidos de América	6.092.915
Alemania	3.640.558
Francia	1.589.426
Hungría	756.405
Austria	753.699
España	614.568
Italia	174.389

En cuanto al origen del aguardiente elaborado, citaremos los siguientes números, relativos á Alemania, y correspondientes al año 1875. Las primeras materias consumidas en dicho año fueron:

HECTOLITROS		TOTAL DE PRIMERAS MATERIAS
25.707.925	de patatas	77,8 por 100
5.217.082	de cereales	15,8 »
767,952	de melazas	2,3 »
666.342	de vino y raspas	2 »
638.852	de frutos	1,9 »
89.546	de otras materias	0,2 »

En Alemania sigue siendo la patata el más importante manantial de alcoholes.

FABRICACIÓN DE LICORES

La base de esta industria consiste siempre en un aguardiente lo más puro posible, y sobre todo exento de alcohol amílico. A este aguardiente basta que se le añada algo de azúcar, extracto de plantas aromáticas y agua, para que quede convertido en un licor. El azúcar, que comunica á los licores el carácter oleaginoso y dulce, se añade en forma de jarabe incoloro, cuya preparación, y la elección de las proporciones cuantitativas de las sustancias añadidas, constituyen los puntos más importantes del arte de los licoristas. Las esencias aromáticas se asocian al licor, bien destilando aguardiente de antemano mezclado con las partes vegetales que las contienen, bien lixiviando estas sustancias con espíritus de 85 á 90° centesimales, bien dejándolas largo tiempo en digestión con el mismo espíritu, ó, por último, disolviendo en el alcohol los aceites esenciales que suministra el comercio, previamente extraídos de las respectivas plantas. Cuando las sustancias que han de prestar el aroma no son fluidas (como, por ejemplo, la bergamota), tan sólo puede llevarse á efecto la extracción por la acción disolvente del espíritu de vino. Los licores reciben su designación, según el gusto característico que les han comunicado las sustancias aromáticas ó amargas añadidas. Algunos licores contienen una mezcla de varias especias, y llevan, por lo general, nombres de fantasía, como, por ejemplo, el *marrasquino* (preparado con flores de naranjo, frambuesa y kirsch), y el llamado *parfait amour* (que contiene aceites esenciales de canela, cardamomo, romero, etc., etc.); sirven también los extractos y aceites de anís, naranja, canela, clavel, camomilla, espliego y otros muchos. Modernamente, las fábricas de productos químicos, en las que se obtienen los aceites esenciales, envían al comercio, mezclados en la proporción correspondiente, los ingredientes que sirven para la fabricación de los diferentes licores, lo cual simplifica de un modo extraordinario la industria de ellos. Sin embargo, existen aún ciertas recetas, cuyos poseedores guardan acerca de ellas el mayor secreto, y que los químicos más prácticos no han conseguido reproducir. En efecto, nuestra lengua y olfato son órganos mucho más delicados en su sensibilidad que las reacciones químicas más sutiles, y de aquí que las sustancias orgánicas que entran en juego para estos fines no sean conocidas todavía más que imperfectamente en sus propiedades químicas.

Uno de los licores más célebres es el fabricado en un convento de cartujos cerca de Grenoble, llamado por lo mismo *chartreuse*, tan del gusto de los gastrónomos de todos los países. Las gotas amargas en particular muestran una procedencia sumamente variada y compleja, pues se emplean para su preparación la corteza de canela, genciana, trébol amargo, galauca, raíz de cardo

benedictino, ajenjo, angostura, quina y otra multitud de sustancias. Es curioso el hecho de que á ciertos licores que son por sí mismo incoloros, se les comunica cierto color; así, por ejemplo, la menta piperita se tiñe con tintura de índigo ó de azafrán, varios licores se hacen rojos con cochinilla, y hasta á veces se añaden panes de oro y de plata en estado de división muy fina.

Los licores más estimados proceden de Holanda y de Francia; también Rusia se distingue por cierto número de ellos, variados y excelentes, pero que, como se consumen casi todos allí, apenas nos son conocidos. En Alemania gozan también de fama los licores de Danzig y Breslau.

EL VINO

Introducción.—Cultivo de la vid.—Escala de la estimación relativa de algunas variedades de cepas.—Composición de éstas.—Preparación del mosto.—Raspas de la uva.—Diferentes aparatos prensores.—Máquinas centrífugas, etc.—El mosto.—Su fermentación.—Vino blanco y vino tinto.—Procedimientos para acrecentar y mejorar el vino.—Idem de Gall y Chaptal.—Vino de orujo.—Método de Petiot.—Calentamiento del vino para hacerlo añejo y conservarlo.—Procedimiento de Pasteur.—Bodeguería.—Movimientos del vino en los toneles.—Efervescencia.—Enfermedades del vino.—Grandes cubas.—Composición del vino.—Riqueza alcohólica de las diferentes variedades.—Vinos espumosos ó champagne.—Característica de éstos.—Cultivo de la vid en la Champagne.—*Veuve Cliquot.*—Tratamiento del mosto.—Fermentación.—Adicion de licor.—Operación de tapar las botellas.—Vinos espumosos alemanes.—Sidra.—Vinos de pera, manzana, grosellas, etc.—Vino de palmera.—Pulque.—Vino de miel, etc.

En el sentido más amplio de la palabra, se entiende por *vino* una bebida obtenida por fermentación de jugos vegetales azucarados, y que, con el azúcar y el alcohol, contiene algún ácido vegetal. Así tenemos vino de

manzanas (sidra), de grosellas, etc. Pero entre todos figura en primer término el obtenido del zumo de la vid, del que, ya en tiempo de Noé, aprendieron los tristes mortales á obtener un líquido, manantial de alegría, que constituye el vino en el sentido más estricto de la palabra. Los otros son más bien líquidos análogos al vino, del que difieren en sus caracteres más importantes.

Nuestro vino es una bebida culta, un producto y al mismo tiempo un medio de la civilización, pues no puede desconocerse su importancia comercial y para el desarrollo de la agricultura, ni tampoco la influencia de su uso sobre el carácter de los pueblos. La vid, no sólo sigue al labrador por las regiones más lejanas de la tierra, sino que también le atrae á su clima para satisfacer la necesidad de su fruto, cuando aquél no la tiene á su alrededor; puede decirse que no existe ningún objeto comercial que circule tan universalmente.

A los franceses pertenece la gloria de haber preparado por vez primera un vino destinado á la exportación, mediante un tratamiento muy completo y apropiado del mosto, en bodegas *ad hoc*. Todo abandono en el cultivo de la vid, todo defecto de pureza en la elaboración del vino, etc., se traduce después en una pérdida prematura del producto. Es, sin embargo, propia del hombre ignorante cierta apatía y fatalismo supersticioso; así, por ejemplo, existe aún entre algunas gentes la preocupación de que ciertos vinos (entre los que se cuentan los italianos) no pueden conservarse, y ciertos otros (como los húngaros) no son transportables: preocupaciones sumamente perjudiciales que no tienen otro fundamento que las antiguas y rutinarias prácticas, de las que no saben deshacerse los respectivos países, en lo que se refiere á la industria vinícola. En los tiempos modernos se ha reconocido toda la influencia de estos errores y se han hecho poderosos esfuerzos para evitar los inconvenientes que de ellos dimanaban. En Hungría ha sido, principalmente, *Aloys Schwartzer* el que ha hecho transportables, sin más que elaborarlos de un modo más racional, los vinos que antes casi puede decirse no servían más que para el consumo interior, llegando hasta hacerles atravesar el Océano, y demostrando de este modo que la causa de su antigua incapacidad para viajar no debía buscarse en otra cosa que en su defectuosa elaboración. ¡Cuánta falta hace que se generalicen estas convicciones, á la vez que la instrucción necesaria para traducirlas en hechos, entre los labradores de nuestro país, cuyas prácticas, por lo común primitivas y en extremo deficientes, hacen que no pueda sacarse más que una pequeña parte del partido posible de nuestra riqueza vitícola!

Los hechos prueban que la ciencia que determina las circunstancias influyentes en la conservación de los vinos, y el arte que señala las prácticas en armonía con ella, debe ponernos en condiciones de hacer en todos los casos con la primera materia ofrecida por la Naturaleza, ó sea la vid, un vino lo mejor posible. Estudiemos, pues, ligeramente esta primera materia y aquellos procedimientos de elaboración.

LA VID

Refiere la leyenda que cuando Baco era pequeño, hizo un viaje á Naxia, la actual Naxos, antiguo emporio del culto á aquel dios. Como quiera que el camino era muy largo y se encontrara fatigado, sentóse sobre una piedra para descansar. Cuando se hubo sentado y dirigió la vista por el suelo á su alrededor, vió sobresalir entre sus pies una plantita, que encontró tan bella, que inmediatamente formó el propósito de llevarla consigo y cultivarla. Efectivamente, se levantó y prosiguió con ella su camino; pero observando que el sol calentaba mucho, temió que pudiera secarse la planta antes de llegar á Naxia. En esto encontró un hueso de pájaro, metió dentro de él la plantita, y siguió adelante. Pero en sus divinas manos creció ésta tan rápidamente, que pronto salía por encima y por debajo del hueso; y temeroso de nuevo que se secara, pensó en otro remedio más eficaz. En esto encontró un hueso de león que era, naturalmente, mayor que el del pájaro, é introdujo dentro de él éste, con la plantita. Pero también á poco creció ésta, de modo que salía por fuera del hueso de león. A poco halló un hueso de asno, que era todavía mayor que el del león, é introdujo dentro de él la plantita con los huesos de pájaro y de león, y así llegó, por último, á Naxia. Cuando quiso sacar la plantita para sembrarla, se encontró con que las raíces se habían adherido fuertemente á los huesos de pájaro, de león y de asno, y no pudiendo, por consiguiente, separarla de ellos sin estropear dichas raíces, la plantó conforme estaba, creciendo inmediatamente con gran rapidez y produciéndole, en medio de su mayor alegría, preciosos racimos, con los cuales preparó el primer vino, del que dió de beber á los hombres. Pero ¡cuál no sería su admiración al ver que cuando los hombres comenzaban á beber el líquido, cantaban con la alegría de los pajarillos, cuando bebían más se hacían fuertes como leones, y si seguían bebiendo se ponían... como asnos!

Este antiguo é ingenioso cuento mitológico nos sirve de introducción al estudio de la vid, de la que los pueblos meridionales y vitícolas hicieron donación á la Naturaleza en las regiones septentrionales por las que se ha extendido. Pero pronto hubo de manifestarse que las diferencias de clima eran demasiado grandes para que pudieran permanecer inalterables las cualidades del fruto, así como las del sarmiento. Así, podían abandonarse á sí mismas las cepas como planta trepadora bajo el dulce cielo de Italia; pero en las comarcas siempre rudas del Rhin, donde los rayos del sol ya no calientan sino de un modo insuficiente, no puede confiarse en que la viña madure completa y espontáneamente todos los años. Mas como quiera que siempre ha sido una

de las empresas dignas del hombre, luchar contra los obstáculos que le opone la Naturaleza, y adaptarla á sus fines, también en este caso se ha conseguido, por último, un éxito satisfactorio mediante la observación, el estudio y la laboriosidad. El arte del cultivo de la vid transportó el laboratorio en el cual había de prepararse la mezcla que constituye el exquisito jugo de la vid, desde las regiones elevadas, adonde espontáneamente se dirige la planta en virtud de su acción trepadora, hasta la proximidad del suelo terrestre, pues las cepas que flotan en la atmósfera no pueden madurar sino incompletamente, á causa de los prematuros rigores de las noches otoñales, mientras que bajo el influjo protector del suelo y del calor que radía por las noches, son posibles el completo desarrollo y la total madurez. Se consiguió, pues, dicho resultado en virtud del progreso obtenido durante largo espacio de tiempo en la poda de la vid, que modifica en el sentido indicado la forma natural de la planta, cortando su tallo, que naturalmente crece hacia arriba, reservando para las ramas laterales su fuerza vital y procurando así obtener la mayor cantidad posible de fruto maduro, pero maduro por completo. Cuando la situación de un viñedo es tal que pueden actuar los rayos solares sobre él con toda su fuerza, se deja entonces que las cepas se desarrollen alejándose á mayores distancias del suelo, sujetando y entrelazando las ramas en forma de arco. En Bingen, sobre el Rhin, por ejemplo, existe el monte de San Roque, que es notable porque sus laderas están plantadas de viña por todo alrededor; en la parte expuesta al Sur crece la *Scharlachberger*, y en ella se dejan crecer los sarmientos formando bóvedas; pero por la parte septentrional no dan fruto éstas y hay que limitarse á aprovechar el calor del suelo. En el tomo III de esta obra hemos dedicado ya un capítulo al cultivo de la vid, y allí deben acudir los que quieran adquirir alguna idea más precisa sobre el particular, así como sobre el enemigo más terrible de la viña (la filoxera).

VARIEDADES DE CEPAS

La diversidad de las condiciones climatológicas ha dado origen en los diferentes puntos del globo á un gran número de viñedos. Todas las plantas que cultivamos son, en efecto, producto de los medios que las rodean; el clima, la riqueza del suelo y el trabajo del hombre son los factores que determinan los caracteres especiales de las plantas, modificándolas y haciendo, por último, hereditarios esos caracteres. De este modo se producen variedades que en condiciones apropiadas se perpetúan indefinidamente, pero que cuando se las coloca en circunstancias locales diferentes, manifiestan de nuevo un cambio de

propiedades; la planta parece como que se adapta á dichas circunstancias. Entre las clases de cepas encontramos ejemplos muy elocuentes de este principio, que la experiencia confirma en general. Así, la cepa llamada *riesling* es la perla de todas las cultivadas en Alemania, la única que, en circunstancias favorables, puede dar un vino dotado de verdadera fragancia, y de ella proceden los vinos de Johannisberg, Markobrun, etc.; es decir, los llamados vinos del Rhin. Pues bien: esta misma cepa, cultivada en gran cantidad en la cuenca del Mosela, ofrece un vino cuyo aroma, aunque no es menos delicado, difiere esencialmente del de aquéllos, y lo mismo sucede con el riesling cultivado en Baden. Hay más: cuando se intentó implantar esta variedad de cepas en los alrededores de Viena (en los viñedos del señor de Arthaber), trasplantándolas desde el Rhin, se encontró que el vino obtenido de ellas no manifestaba ni vestigios de dicha fragancia. Podemos reunir este ejemplo de degeneración con el siguiente de efecto opuesto, es decir, de mejoramiento de las cepas. Junto á los lagos, y en algunas comarcas de sus alrededores, en Suiza, existe indígena una cepa azul, de vegetación exuberante, cuyas hojas, sumamente jugosas y de color verde claro, tienen pocas escotaduras. Cuando esta cepa se trasplanta á un terreno seco y margoso, donde le falta el aire húmedo procedente de las emanaciones de aquellos lagos, cambia por completo de caracteres. Su forma y su color muestran inmediatamente la mayor semejanza con la cepa conocida como *borgoña* negro, del cual apenas se distingue más que en que la hoja es siempre menos lobulada que la del borgoña negro verdadero, tal como crece en el Rhin, en Bohemia, Sajonia, etc. Esta última forma se mantiene en todas las regiones citadas, insensible, al parecer. á las condiciones locales, é idéntica también á la planta matriz de Borgoña, de donde debió ser trasportada á Alemania por el emperador Carlo Magno.

Es casi imposible conocer todas las numerosísimas variedades de cepas. El químico francés Chaptal, que se ha dedicado mucho al estudio del vino, aprovechó su paso por el ministerio de Agricultura para coleccionar y comparar las clases de vides cultivadas en Francia: fueron transplantadas en los jardines del palacio de Luxemburgo, y su número se elevaba entonces á más de 1.400. Desgraciamente, ya no queda de dicha colección más que algunos restos sin nombre; pero hoy que la viticultura ha hecho nuevos y grandes progresos, aquel número hubiera debido elevarse considerablemente.

En la elección de una clase de vid para establecer una plantación, puede partirse de diferentes puntos de vista. Prescindiendo de las condiciones del terreno, las cualidades de la cepa misma, y particularmente la facultad de echar más ó menos raíces, influyen en su rendimiento. Bouchardat, químico francés, nos da algunos datos acerca de las clases de cepas explotadas en aquel país, entre los cuales se destaca el número de hectolitros de vino ó de alcohol que cada una de ellas produce por una hectárea de terreno. La escala

de estimación nos muestra un aumento en la riqueza alcohólica á medida que disminuye la cantidad de producto.

CEPAS	VINO POR HECTÁREA — *Hectolitros.*	ALCOHOL POR HECTÁREA — *Hectólitros.*	VALOR DEL PRODUCTO
Gouais blanco	240	7,88	10,0
Gran Gamais	160	8,18	15,6
Gran Verreau	90	6,28	21,3
Pequeño Verreau	60	4,92	25,0
Melou	80	7,28	27,7
Saboyano verde	50	4,40	26,8
Saboyano rosa	30	3,00	30,8
Pineau negro	20	2,12	32,6
Pineau blanco	15	1,52	30,9

El viticultor debe, pues, fijarse bien en si se trata de recolectar, en una extensión dada de terreno un vino más inferior, pero con mucho alcohol (como, por ejemplo, para la fabricación de cognac ó espíritu), ó bien un vino más superior y caro. En último resultado, la cuestión viene á reducirse siempre á ésta: ¿qué utilidad deja, por término medio, una hectárea en cada caso? Además, hay que tener en cuenta otras varias circunstancias, como la maduración, etc.; así, por ejemplo, el *riesling*, que en un buen año da el vino más estimado, como es una cepa tardía, no llega á madurar todos los años, y lo cierto es que su cultivo no es tan beneficioso para los pueblos como el de las cepas más tempranas.

Las mismas clases de cepas se designan en los diferentes países con los nombres más diversos; así que no es posible consignarlos todos, por lo que sólo citaremos los más generales.

Entre las cepas que se destinan á los vinos blancos, figuran en primer término: el *riesling* (cuyo mosto no adquiere hasta después de fermentado el aroma que da tanta celebridad á sus vinos); el *mosler* (llamado *furmiat* en Hungría, donde produce los vinos de Tokay) y el *traminer blanco* y el *rojo*, cultivados en Bohemia y en la Baviera renana. El *moscatel blanco* se cultiva principalmente en los países meridionales, y ofrece la primera materia para los vinos de *Frontignac*, *Lunel*, *Málaga* y otros varios, dotados de exquisito aroma. Los sarmientos de esta vid deben podarse, dejándoles un solo ojo, pues si la producción de racimos es grande, pierde el grano el gusto característico, y no puede, por consiguiente, obtenerse con él vino *moscatel* propiamente dicho, pues el aroma de éste no esde los que se desarrollan por la fermentación. El *rulander*, con uvas de color rojo pardusco, procede del ya citado *Borgoña negro*, de uvas azules, y en ciertas comarcas es sumamente variable, de manera que con frecuencia vuelve á producir uvas negras: á veces se encuentran en él, en una misma cepa, uvas azules, rojas y blancas, y

hasta algunos granos, que son en parte azules y en parte blancos. El *rulander* es muy fructífero y precoz; da un vino excelente, que tira algún tanto á tinto, y se utiliza con frecuencia para la fabricación de vinos espumosos, del mismo modo que el mosto blanco que se obtiene exprimiendo las uvas negras de Borgoña. El *Orleans* amarillo es muy productivo, pero tardío; el vino preparado con él es fuerte, y exige muchos años para que se desarrollen sus mejores cualidades. Para los vinos flojos del Rhin se emplean las diferentes variedades de *Gutedel* y las cepas llamadas *elben*, *heunisch blanco*, etc., difundidas por toda Alemania. El *sylva* madura muy pronto, y da un mosto viscoso y un vino ligero, pero de gusto agradable. El *Borgoña blanco* está más generalizado que los anteriores; es muy productivo, madura en tiempo oportuno, y ofrece un vino excelente cuando el terreno tiene buenas condiciones. Con el nombre de *tantowina* se cultiva en la Estiria una cepa, que parece aventajar á todas las demás por su extraordinaria producción de racimos; por lo demás, el vino que da es de clase inferior.

En lo que se refiere á las cepas que se destinan para hacer vinos tintos, conviene observar que la materia colorante (con la sola excepción que indicaremos luego) reside en la piel de los granos, y que, por consiguiente, el mosto obtenido exprimiendo éstos, es incoloro. Ahora bien; si se deja este mosto en contacto con las películas exprimidas, la materia colorante azul se disuelve por la influencia de los ácidos, no por la del alcohol, como se ha creído por algunos equivocadamente: más adelante insistiremos sobre este hecho. La cepa azul más esparcida es el *Borgoña negro* legítimo (llamado *klebrrot* en el Rhin), del cual se derivan multitud de clases de vinos tintos. Las influencias locales han dado origen en Borgoña á una variedad de este sarmiento, llamada *liverdou*, que es sumamente productiva. Los mejores vinos tintos húngaros proceden de la cepa llamada *kadarke*. Cerca de Viena se preparan vinos tintos excelentes, con cepas azules portuguesas, que modernamente se han transplantado también á la cuenca del Rhin. En la Estiria crece silvestre la cepa llamada *wildbacher*, de uvas azules, que trepa por los árboles y produce gran cantidad de fruto; el vino que se obtiene de ella tiene los caracteres de un vino de *Burdeos*, y llama mucho la atención en toda Alemania. Para los vinos tintos inferiores sirve el *clavner* temprano, llamado en el Rhin *Borgoña* temprano, el *sylva* azul, el *gammay*, etc.

La cepa llamada *teinturier* por los franceses (*garnacha*) da un mosto rojo oscuro, con el cual puede darse suficiente color á una cantidad siete ú ocho veces mayor de vino blanco; el vino de esta cepa (*pontac*, en Francia) tiene por sí solo poco valor.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA UVA

Antes de entrar en la preparación del vino estudiaremos las partes componentes del fruto, su composición y la influencia que ejercen sobre las cualidades del vino. El zumo de la uva ó mosto contiene, á más de agua, azúcar (glucosa y levulosa), diferentes ácidos orgánicos, como el tartárico, paratartárico, cítrico y málico, ya libres, ya combinados con la cal y la potasa, y, por último, sustancias albuminosas y pécticas, y sales minerales. En los racimos, los granos de uva poseen una película externa blanca ó roja, una parte carnosa que contiene al zumo dentro de pequeñas celdillas, y las pepitas ó semillas. Los pedúnculos, lo mismo que la piel y la semilla, contienen un ácido tánico, análogo al de la nuez de agallas, y dotado, como éste, de un sabor áspero. El ácido tánico se disuelve en el vino, cuando éste permanece largo tiempo en contacto con la piel y las pepitas de la uva; de aquí el sabor áspero del vino tinto, producido por fermentación del mosto procedente de las uvas exprimidas. También las raspas, cuando se prensan con la uva, comunican al mosto cierta proporción de ácido tánico, lo cual no es inconveniente muy grave, pues si se quiere, puede separársele fácilmente, clarificando el vino con ictiocola; pero las raspas contienen también otras sustancias que comunican al vino un sabor desagradable y que no pueden eliminarse por la clarificación. Por esta razón conviene siempre tomar tan sólo las uvas para la preparación del vino. La piel contiene también algo de ácido tánico y la materia colorante; la especie de rocío tenue que cubre la superficie de la uva es una variedad de cera. La materia colorante en estado de pureza es azul, é insoluble en el agua; pero en presencia de los ácidos se hace roja y soluble en agua y en alcohol diluído. Las celdillas que encierran el zumo son de dos clases; las mayores contienen principalmente azúcar, y las menores el ácido característico de este fruto, ó sea el tartárico. Las uvas sin madurar no contienen más que celdillas de la segunda especie, las cuales no se rompen sino difícilmente; á medida que avanza la madurez, se forma azúcar, y aumenta en volumen la masa interna. Como quiera que las celdillas mayores no resisten tanto como las otras á la ruptura, al comenzar el prensado de las uvas se obtiene un zumo muy azucarado, al cual sucede el ácido hacia el fin de la operación, cuando la presión es mayor.

El azúcar no se origina, como se supuso en otro tiempo, á expensas del ácido tartárico, sino por transformación de la fécula, como demostraron las investigaciones de Neubauer, Hilger y otros; pero no habiéndose podido encontrar dicha fécula en las uvas, hay que buscar en otra parte, como, por ejemplo, en los pedúnculos y pedunculillos de los frutos, en las hojas tiernas, en las

yemas, etc., el asiento de dicha transformación. Las cepas contienen, pues, tanto más azúcar y tanto menos ácido libre, cuanto más maduras están; el exceso de madurez ocasiona, sin embargo, una rápida disminución en la cantidad de los componentes más útiles de la uva, pues se desarrolla el conocido parásito *Botrytis acinorum*, que se multiplica extraordinariamente, y cuyo desarrollo da lugar á la descomposición de aquéllos. Así, por ejemplo, encontró Neubauer que en las cepas de riesling el peso de los granos de uva disminuye bruscamente después de su completa madurez, hacia fines de Septiembre, de 1,7 gramos á 1,2 gramos, y hasta el 5 de Noviembre queda reducido este peso á 0,625 gramos. Para cada mil granos de uva la cantidad de agua descendió en un caso desde 1.275 hasta 756 gramos, y por efecto de esta pérdida de agua se manifestó un aumento en la proporción relativa de azúcar, por más que en realidad su cantidad absoluta había experimentado también una disminución, pues mil granos mostraban, por ejemplo, una riqueza de 292 gramos de azúcar el 12 de Octubre, estando aún verdes, pero sanos, mientras que el mismo número de granos, ya pasados, pero aún completamente llenos, no contenían más que 234 gramos con seis décimas; y otros tantos granos arrugados, cogidos en 23 de Octubre, ya no contenían más que 153 gramos de azúcar. De modo que sólo en el intervalo de once días se había producido una pérdida de más de una tercera parte de la cantidad total del azúcar contenida. Esta disminución se observa también en otros componentes importantes del grano; así resulta que, para la calidad del vino, tiene que ejercer una gran influencia el que las uvas se cojan en el momento preciso de su perfecta madurez. Las pepitas contienen, además del ácido tánico, un aceite graso que puede extraerse por una operación adecuada, tomando los residuos de la preparación del mosto de uvas blancas.

PRENSADO Y APARATOS DESTINADOS Á ELLO

Inmediatamente después de cortadas las uvas de la cepa, ó sea de vendimiadas, se separan los granos de los pedúnculos ó raspas; al menos debe hacerse así, pues dicha labor no tiene nada de costosa y, en cambio, influye considerablemente en la bondad del vino. Desgraciadamente, no siempre lo practican así nuestros labradores, haciendo los vinos más fácilmente clarificables y de un sabor más pronunciado, pero no por cierto más agradable. Cuando el vino se elabora para obtener alcohol por destilación, claro está que no es necesaria la separación de los pedúnculos.

Esta separación se hace por medio de los llamados raspadores, especies de tamices formados con tela metálica, como, por ejemplo, el representado en la fig. 118, á través del cual pasan los granos, quedando retenidas las ras-

pas; los primeros son triturados entre cilindros, como en el aparato de la figura 119. Para que el resultado sea mejor, los cilindros deben estar ligeramente estriados y poderse aproximar ó separar entre ciertos límites; también es conveniente que tengan varios tamaños y se muevan con diferente velocidad. En lugar de triturar los granos entre cilindros, se practica también generalmente su presión en prensas *ad hoc* de madera, prescindiendo del grosero

FIG. 118.—Raspador de uvas.

método de pisar la uva (fig. 120), que todavía se practica desdichadamente en la mayor parte de nuestros pueblos, y en cuya defensa se ha aducido el que con los pies no se quebrantan las semillas y se evita la influencia perjudicial que sobre el gusto del vino pudieran ejercer sus componentes oleosos y amargos.

El mosto así obtenido se pone á fermentar inmediatamente después de exprimido, cuando se quiere obtener vino blanco; para el vino tinto se deja que fermente junto con la piel y las pepitas. En el caso de ciertas uvas (como, por ejemplo, las de sylva) que dan un mosto mucilaginoso, se acostumbra á dejar en sitio fresco el mosto, ó bien las uvas, durante algunos días antes de

Fiesta de los vendimiadores del Rhin.

prensarlas. Todavía antes del prensado se hace pasar una parte del mosto por una especie de colador, y después se pone por capas uniformes el mosto espeso en la prensa, y se estruja fuertemente; también se le suele poner en sacos de lona, cada uno de los cuales se halla entre dos redes de mimbre. Los aparatos prensores son muy diversos, y en muchos puntos están reducidos á su más simple expresión. Merece recomendarse la prensa especial de Rawald (figura 121), que se distingue por su acción rápida y satisfactoria. Una sola pre-

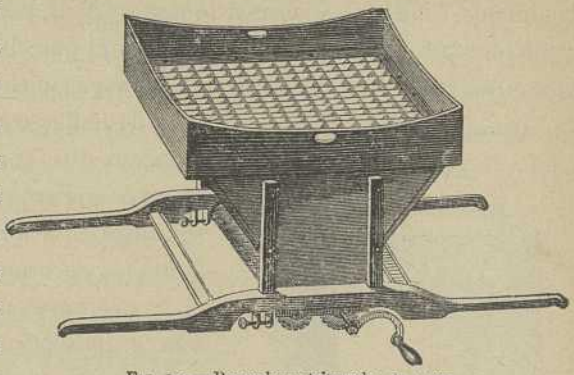


FIG. 119.—Raspador y triturador de uvas.

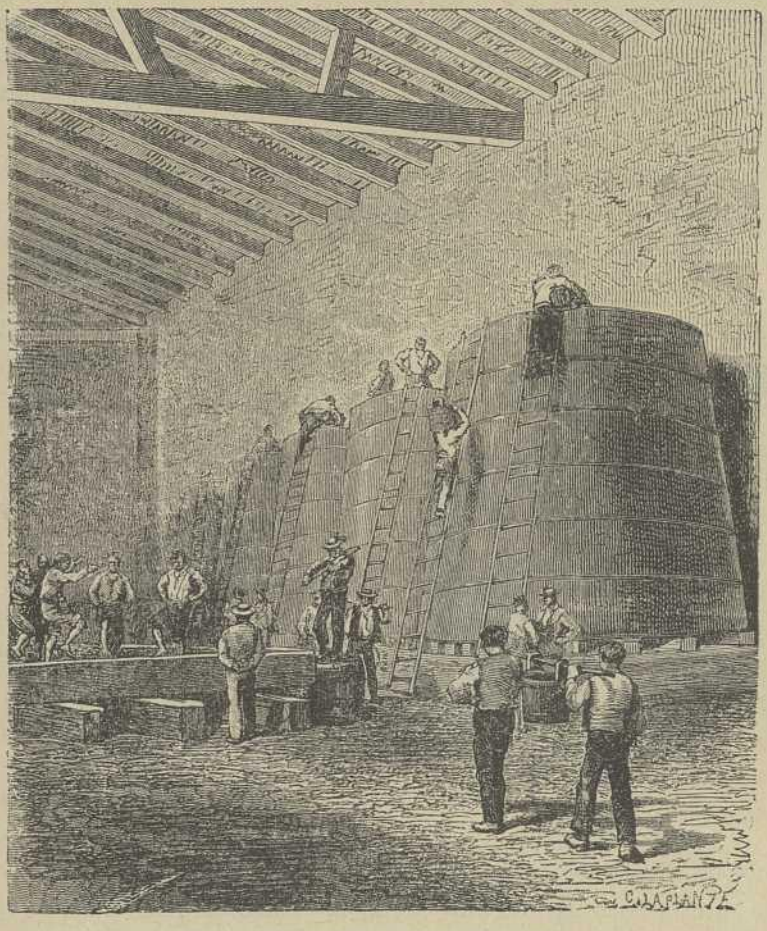


FIG. 120.—Operación de pisar la uva con los pies.

sión no basta para extraer todo el mosto, por lo cual se suele dividir el residuo y someterlo diferentes veces á la acción de la prensa. Por esta razón, el mosto primeramente exprimido es el mejor; y el que fluye, finalmente, contiene mayor cantidad de ácido. Pero el orujo, raspas, piel y pepitas que queda está aún lejos de hallarse agotado por completo; y como el ácido que contiene sólo exige una adición de azúcar para formar un mosto vinificable, se utiliza en la preparación de vinos inferiores, llamados de orujo.

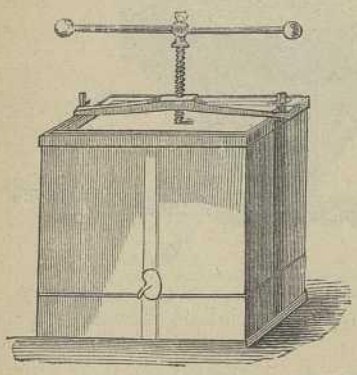


FIG. 121.—Prensa para vino, de Rawald.

Las prensas modernas se pueden dividir en tres grupos principales: las de tornillo, semejantes á las antiguas, aunque perfeccionadas; las de palancas articuladas, y las prensas hidráulicas. Las últimas son las que ofrecen mejor resultado en cuanto á la intensidad de la presión; pero, en cambio, su instalación es algo más cara. Una de las más sencillas, y al mismo tiempo bastante enérgica, entre las prensas modernas, es la llamada de Rheingau, que consiste en un tornillo de hierro colocado verticalmente en una cuba de madera, y un recipiente para el mosto, que puede contener de cuatro á treinta hectolitros, según los modelos. La presión se ejerce por medio del tornillo, entre una plancha y una base de tablas, que se apoya sobre la tapadera del recipiente del mosto. Otra prensa algo más perfecta, y cuyo uso se halla más difundido en Francia y en España, es la llamada de Maville (representada en la fig. 122), y que consiste también en un tornillo de hierro que puede estar encerrado, bien en un tino de fundición, ó en una cuba de madera. A lo largo del tornillo se mueve un disco de hierro que abraza la tuerca, y en cuya periferia tiene algunos orificios. Debajo de este disco va sujeta la plancha compresora, que lleva unido un fuerte brazo de hierro, al cual se articulan dos brazos de palanca movibles, de diferente longitud y provistos en sus extremos de unos pivotes de hierro que se ajustan á los orificios del disco. Este sistema ofrece la ventaja de que, según la manera de engranar los pivotes, puede hacerse subir ó bajar la tuerca, con la plancha compresora, moviendo la palanca hacia uno ú otro lado y sin interrupción.

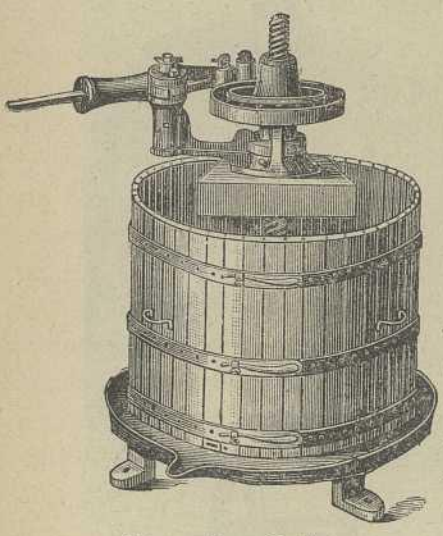


FIG. 122.—Prensa Maville.

Recientemente se han hecho tentativas para emplear, en vez de las prensas, máquinas de fuerza centrífuga, por medio de las cuales se hiciera saltar el zumo contenido en el mosto de la uva; de este modo no sólo se obtendría más mosto que por el procedimiento ordinario de la presión (en efecto, las prensas dan hasta un 66 y dos tercios por 100 de mosto de la uva, mientras que con las máquinas centrífugas se llegaría á obtener 76 por 100), sino que también el vino producido sería más fácil de clarificar que el del mosto obtenido por presión. De todos modos, tanto durante estas operaciones como mientras la fermentación que les sigue, debe siempre cuidarse de conservar en los líquidos la mayor limpieza, pues el más pequeño descuido en ella podría malograr el éxito, aunque la primera materia fuera excelente.

Las pepitas que quedan en el orujo contienen de 10 á 20 por 100 de productos oleosos. En Italia se acostumbra á extraerlos desde hace ya mucho tiempo, habiéndose comenzado también á practicarlo así en Suiza, Francia y algunas comarcas de Alemania. Para ello hay que separar, en primer término, dichas semillas del orujo; y cuando están ya secas, se trituran finamente, se calienten con agua, y se llevan á prensas especiales. Si se quiere obtener al mismo tiempo el tanino existente en las mismas semillas, se trata repetidas veces su polvo por sulfuro de carbono ó bencina (líquidos ambos que disuelven las grasas con extraordinaria facilidad), y luego por la destilación se elimina el disolvente. Del polvo privado de la grasa puede extraerse fácilmente el ácido tánico por medio del agua. El aceite de semillas de uva es de un color que fluctúa entre el amarillo de oro y amarillo verdoso; es algo espeso, posee un gusto dulzaino y un olor débil característico; se seca rápidamente al aire y podría ser utilizado en la pintura al óleo. Pero volvamos á nuestro estudio del vino.

Nos encontramos ya en la bodega con un mosto muy turbio, en el que flotan multitud de pequeñas celdillas de ácido. Si se deja en reposo durante largo tiempo sin que fermente, se clarifica por completo, pudiéndose decantar el líquido limpio sobre el poso que queda en el fondo. Esto se hace en algunas partes, aunque no es completamente indispensable. Abandonado á sí mismo, entraría inmediatamente en fermentación, y, por consiguiente, se haría imposible clarificarlo en la forma antedicha; hay que impedir, pues, la fermentación para practicarla, lo que se consigue poniendo el mosto en cubas, en las cuales se quema previamente algo de azufre, y que se mantienen en un sitio fresco. El gas sulfuroso formado en el seno de las cubas por el llamado azufrado de éstas, se disuelve en el mosto, y lo hace mudo ó silencioso, es decir, incapaz de fermentar. Pero en cuanto el gas sulfuroso se ha difundido en el aire, comienza la fermentación, y si no está todavía suficientemente clarificado el mosto, hay que transvasarlo á otra cuba recientemente azufrada. Mediante esta operación, muy conveniente, pero que sin embargo no se practica en

general, se clarifican rápidamente los vinos y permanecen dulces, pues una parte del azúcar escapa á la fermentación. Lo mismo que el gas sulfuroso, puede servir para impedir la fermentación el ácido salicílico.

La fermentación del mosto se verifica generalmente en toneles y cubas, ó también en depósitos de piedra cuando se quiere obtener vino blanco, cuidando siempre de que el aire exterior no tenga el menor acceso. Un saquete con arena, colocado sobre el orificio del tonel, forma un cierre suficientemente hermético. Para observar la marcha de la fermentación, se suele emplear una disposición que obliga al gas carbónico desarrollado á atravesar una capa de agua en forma de burbujas; el rumor producido por la ruptura de estas burbujas hace perceptible al oído el curso de la fermentación. Estos tubos no se adaptan á la boca de los toneles, que no deben estar llenos por completo, hasta tanto que ha pasado la fermentación tumultuosa. La fig. 123 muestra en *a* uno de ellos, de hoja de lata, y de centímetro y medio próximamente de diámetro, cuya rama vertical más larga entra mediante frotamiento, atravesando el tapón *b;* la otra rama vertical, más corta, se sumerge un poco en el vasito *c*, que contiene agua, la cual debe renovarse de tiempo en tiempo. En lugar de estos tubos se pueden emplear, con mejor resultado, tapones especiales avisadores, como el representado en la fig. 124. Consiste éste en un vaso, *b*, en forma de embudo, cuyo tubo, *c*, se prolonga hacia arriba. Esta parte se ajusta lo más herméticamente posible al orificio del tonel, *a;* luego se echa agua hasta la mitad del embudo, y se cubre el tubo *c* con la vasija *d*, en forma de copa, cuyo borde, destinado á permanecer bajo el agua, lleva varias entalladuras para dejar paso al gas carbónico, cuyas burbujas salen á través del agua del embudo en la dirección indicada por las flechas. Esta disposición tiene la ventaja de que con ella no es necesario rellenar los toneles después del primer período de fermentación tumultuosa, ni sacar el vino joven de las vasijas en que ha fermentado, pues el tapón en cuestión las protege de todo ingreso de aire, no quedando en el espacio interior vacío de vino más que gas carbónico. En algunas regiones vinícolas se suele beber el mosto en fermentación así

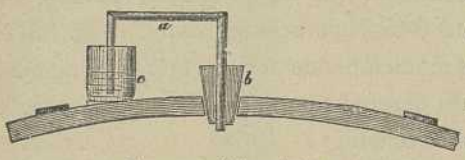


FIG. 123 —Tubo avisador.

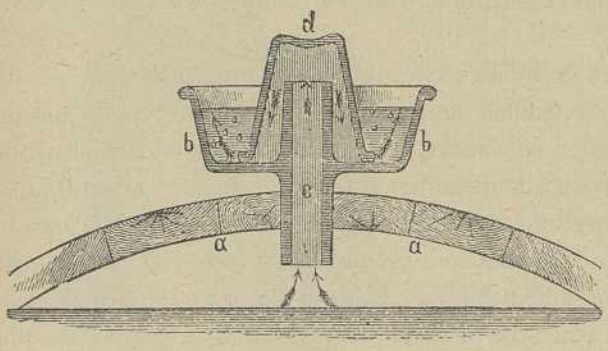


FIG. 124.—Tapón avisador.

que se halla bastante cargado de gas carbónico, y su uso, junto con el de las castañas asadas, constituye una de las costumbres populares más arraigadas.

Los períodos ó grados de desenvolvimiento que se hace recorrer al vino en las bodegas, nos ofrecen en general poco interés. Se abandona á sí mismo el proceso de la fermentación, que se inicia, bien por los esporos de los fermentos existentes en el aire, bien por los que quedan adheridos á las paredes de las cubas viejas, por lo cual dicha fermentación tarda más á comenzar en una cuba nueva, y con sólo regularizar la temperatura se puede proporcionar al caldo las condiciones más favorables para el éxito de la operación; en efecto, es un principio experimental, aplicable á todas las bebidas fermentadas, el de que las cualidades de éstas son tanto más delicadas, cuanto más lenta ha sido la marcha de su fermentación; y como esto depende de la temperatura, de aquí que el número de grados á que se encuentre la bodega ejerza una poderosa influencia sobre la bondad del vino producido. La temperatura en dichos locales no debe exceder de 12° y medio centígrados. Si se puede sostener á ella, entonces la fermentación transcurre incesante, pero tan lentamente, que el vino joven contiene todavía grandes cantidades de azúcar hasta el invierno próximo, siendo, por consiguiente, muy dulce al paladar. Pero cuando se transmiten á la bodega los cambios de temperatura exteriores, la fermentación del vino se hace intermitente. Esta es la causa de la influencia que los vinicultores consideran admirable, y que ejerce la época de la floración de las cepas sobre el vino depositado en las bodegas.

Si se quiere obtener un vino que pueda beberse en seguida, se hace al mosto fermentar en locales recalentados, en cuyo caso, á los pocos días, da fin la fermentación, lo cual se reconoce por cesar el desprendimiento de gases. Pero el vino así formado no es conservable, y como quiera que contiene en su estado primitivo una porción de componentes, que en una elaboración lenta y completa se hubieran transformado en productos más valiosos, sus cualidades son también inferiores. En las bodegas en que fermenta mucho mosto hay que cuidar del alejamiento del ácido carbónico, pues este gas, mezclado en alta proporción con el aire, y respirado, puede ocasionar vértigos y hasta la muerte por asfixia. Tampoco puede arder una luz en el seno del aire así impurificado, y por esta razón, el medio más sencillo para convencerse previamente de que es inofensiva la atmósfera de una bodega, es introducir una bujía encendida. Pero como el gas carbónico es más denso que el aire atmosférico, ocupa de preferencia las partes bajas de la bodega, y, por consiguiente, se puede hacer desaparecer todo peligro abriendo en dichos puntos algunos orificios para la salida del gas carbónico.

En la Lorena, y en algunas comarcas de Francia, se practica una operación especial con el mosto antes de fermentar; dicho mosto se coloca, en efecto, en cubas abiertas, y se agita fuertemente con paletas por espacio de cua-

renta y ocho horas y sin interrupción, de modo que los operarios tienen que relevarse para ello; modernamente se han introducido con dicho objeto varios aparatos mecánicos. Mediante este aireado del mosto se consigue que la fermentación se haga mucho más rápidamente, que el vino sea más fácil de clarificar y no se enturbie ya, pues no sufre ninguna fermentación ulterior. A este vino se le llama vino de pala (*vin de pelle*).

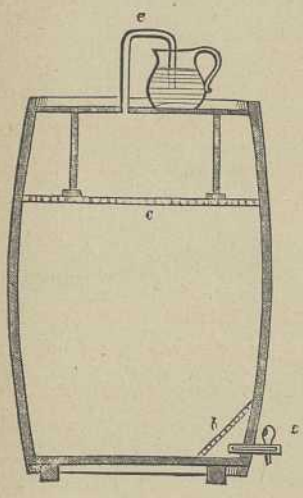


FIG. 125.
Tonel con dobles fondos.

Cuando el vino se ha clarificado, se le transvasa á otro tonel bien azufrado. En el fondo del primero quedan las heces con la llamada piedra de tártaro, que se ha depositado cristalizada; este residuo ó poso se suele destilar para obtener el aguardiente de heces y la esencia de cognac antes citados. Del sedimento se separa entonces el tártaro, bien sobre bramantes suspendidos al efecto, bien sobre las paredes del fondo del tonel, donde luego se desprende. El tártaro es un artículo comercial bastante solicitado. Para hacer vino tinto es preciso, naturalmente, operar de manera que la materia colorante de la piel y el tanino de las pepitas pasen al mosto, y por esta razón se deja fermentar éste, antes de exprimirlo. Si la fermentación se produce en cubas abiertas, las partículas sólidas suspendidas en el líquido son bien pronto arrastradas á la superficie por la corriente ascendente de ácido carbónico y forman allí una capa más ó menos gruesa. De este modo las pepitas y las pielecitas vienen á quedar fuera de contacto con el líquido, y para restablecerlo hay necesidad de sumergir de nuevo aquella capa flotante varias veces agitando el mosto en una forma apropiada.

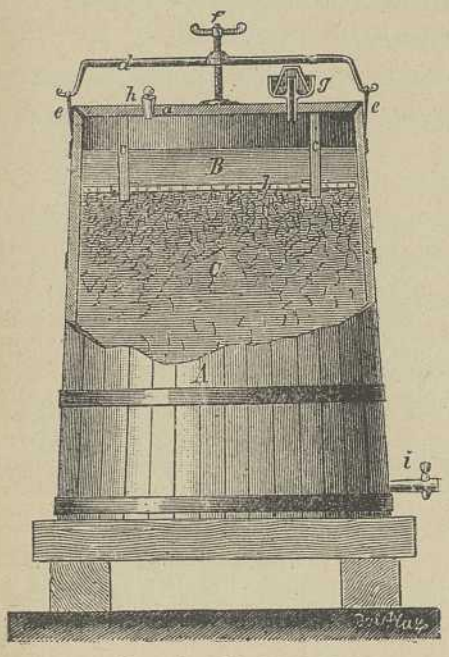


FIG. 126.—Cuba de Dal Piaz.

En Alemania se utilizan hoy, en lugar de las cubas abiertas y de la agitación, toneles verticales con un doble fondo provisto de orificios, *c*, que impide el arrastre de las partículas sólidas á la superficie (fig. 125). Delante del grifo de salida, *a*, hay también un doble fondo agujereado *b*, que permite que salga el vino libre de las materias

en suspensión; en la pared superior del tonel hay un tubo avisador *e*. Otra disposición análoga recomendada por Dal Piaz, es la representada en la figura 126. *A* es una cuba de madera cuyo borde superior esta cortado á bisel de un modo que corresponde al borde de la tapadera, y, por consiguiente, ésta, apoyada contra una lámina de cautchuc y comprimida por el tornillo *f* á través de la tuerca situada en el arco *d*, puede cerrar herméticamente la cuba; *e e* son dos asas fijas en ésta, una enfrente de otra, y á las cuales se adaptan los extremos del arco *d*, de hierro inflexible; *g* es el tapón avisador. El doble fondo de madera agujereado, *b*, sirve para mantener bajo la superficie del líquido las películas de la uva durante la fermentación; consta de varias tablitas agujereadas. Las cuatro estacas, *c*, impiden que este doble fondo pudiera ser elevado ó invertido por la fuerza ascensional de las partículas arrastradas por los gases. *C* es la parte de mosto sostenida debajo del doble fondo; *B* el mosto líquido situado encima de aquél; *i* el grifo de salida, protegido contra una obstrucción mediante un pequeño doble fondo interior. Con esta disposición se evita, pues, la formación de la capa flotante, y el líquido extrae mejor y más rapidamente la materia colorante. Al terminar la fermentación no se ha disuelto, sin embargo, todavía suficiente cantidad de ésta, y el vino no posee, por consiguiente, bastante color, por lo cual se deja el orujo mucho más tiempo en contacto con el vino, hasta tanto que le hayan comunicado el matiz que se desea. Entonces se transvasa el líquido, pero á un tonel no azufrado, pues el gas sulfuroso, aun en pequeña cantidad, quita color al vino; en lugar del azufrado se quema en él alguna nuez moscada.

ACRECENTAMIENTO ARTIFICIAL DEL VINO

Antes de entrar en el estudio del tratamiento en gran escala de los vinos, ó sea el arte de la bodeguería, hemos de fijar nuestra mirada en la mejora del mosto producido en años malos, dedicando algunas líneas á los procedimientos que hacen posible obtener vinos bebibles con primeras materias defectuosas, que antes sólo eran compradas como forraje, ó bien convertir en otros bastante buenos los vinos de mala clase. El doctor *Luis Gall*, de Tréveris, tuvo la gloria de señalar á los vinicultores el camino exacto, deducido de sus investigaciones científicas, y por el que podía obtenerse de cepas malas un vino de mediana clase.

La historia de la enología (ó arte de elaborar los vinos) nos enseña que en todos los tiempos se han practicado mejoras en éstos, sólo que estaban en un principio limitadas á un solo aspecto de la cuestión; es decir, al aumento de la riqueza alcohólica de los vinos demasiado flojos. A estos vinos, en estado aún de mosto, se les añadía azúcar en forma de uvas secas (pasas) ó de

mosto concentrado. Era ésta una antigua costumbre que dió origen á ciertos vinos húngaros (Tokay y Rustez). Chaptal, químico francés, partía del mismo punto de vista cuando aconsejó la adición de azúcar para el mejoramiento de los mostos flojos; práctica que se ha generalizado extraordinariamente bajo el nombre de *chaptalizado.* En cambio, en muchos puntco se ha empleado también desde muy antiguo, para endulzar los mostos demasiado ácidos, la creta, la potasa, etc.

Gall demostró que, tomando como tipo el vino de los años buenos, el de los años ordinarios contiene demasiado ácido y muy poco alcohol. Para corregir esta desproporción propuso diferentes medios, fundados, bien en la adición de lo que estaba escaso, bien en la sustracción de lo que estaba en exceso. Antes se prefería el segundo camino; pero Gall introdujo el uso del primero, diluyendo la excesiva cantidad de ácido en una proporción relativamente mayor de agua, bien que en la mezcla resultante quedaba, como es natural, todavía más rebajada la proporción de alcohol, y por consiguiente había que añadir una cantidad proporcionada de azúcar para restablecer la riqueza alcohólica normal. Este procedimiento podía aplicarse lo mismo al mosto que al vino ya elaborado, pues este último entraba de nuevo en fermentación después de la adición de azúcar. Esto es lo esencial del llamado método de Gall, mediante el cual se ha acrecentado considerablemente la cantidad de vino producida. Si el azúcar empleada fuera bueno, nada habría que oponer á dicho método, tanto desde el punto de vista económico como desde el higiénico; pero desgraciadamente no sucede así de ordinario, sino que se utiliza azúcar común de patatas, que á veces contiene más de 25 por 100 de materia no fermentable, y que, según han demostrado experimentalmente Nessler y Bauer, ofrece por la fermentación un líquido que produce fuertes dolores de cabeza. De aquí que lo justo sería vender el vino sometido á esta operación como tal, sin ocultar al comprador su procedencia, aun cuando se haya hecho uso de un azúcar pura.

Petiot, productor de vino en la Borgoña, propuso otro modo de acrecentamiento, fundado en un principio diferente, y que en Francia es muy practicado. Los viticultores de Borgoña acostumbran á abandonar las vinazas á los criados, quienes, añadiendo agua, y mediante una fermentación que se desarrolla espontáneamente, preparan con ellas una bebida. Se probó añadirles algo de azúcar, y se obtuvieron resultados tan satisfactorios, que en los malos años este vino de la servidumbre debió resultar mejor que el de los señores, puesto que el último contenía una cantidad excesivamente grande y desproporcionada de ácido, mientras que en las vinazas apenas existen de él cantidades muy pequeñas. El sabor agradable y característico, el aroma del vino, tiene su causa en ciertas sustancias que existen en muy pequeña cantidad en el zumo de la uva ó mosto, pero que durante la fermentación, y por efecto de

las descomposiciones que la acompañan, se originan de otros productos en mayor cantidad. En la torta que queda como residuo del prensado de las uvas están contenidas también dichas sustancias aromáticas en cantidad bastante considerable; tanto que, añadiendo los demás componentes del vino, ácido tartárico, alcohol, azúcar, tánico y materias protéicas, adquiere la mezcla, con el transcurso del tiempo, el carácter de un verdadero vino. En este hecho fundó Petiot su método para acrecentar la cantidad de vino, que se reduce á añadir á dichos residuos las sustancias indicadas, que por sí solas nada tienen que ver con el vino mismo, dejando fermentar la mezcla. También se han utilizado con el mismo fin las heces de vino, según el método propuesto por Marck, al que es aplicable lo que se ha dicho respecto del de Gall: es posible que un vino acrecentado por uno ú otro método contenga iguales cantidades de alcohol, azúcar y ácido que un vino normal, y hasta que en ciertas circunstancias pueda aventajarle en sabor; pero siempre constituirá un engaño venderlo como vino puro y natural. El comprador puede exigir que se le entregue un vino natural y puro, cuando es esto lo que pide. El que fabrique vino por los métodos anteriormente citados, puede anunciar su venta con esta condición: las botellas deben llevar su rótulo "Vino por el método de Gall„ "Vino de vinazas;„ así como se fabrica manteca artificial, podría también expenderse un vino que no hubiera visto jamás la uva, pero con tal de ponerle en la botella el rótulo de vino artificial; sólo que tales vinos no encontrarían compradores.

Los franceses han comprendido muy bien el valor del acrecentamiento en la cantidad de vino; nos compran una parte de nuestros vinos ácidos y espesos para devolvérnoslos más tarde mezclados con vino de Gall y de vinazas en forma de Bordeaux, Chablis, etc., quintuplicado ó sextuplicado el precio, mientras que en su propio país estos vinos no podrían venderse. En efecto, por más que Francia pertenece al número de los países más productores de vino, sólo una pequeñísima parte de los vinos franceses que circulan en el comercio son artículos naturales y puros. En rigor, el vino es con mucha frecuencia un artículo cuya producción no se ha podido confiar tan sólo á la Naturaleza; y precisamente las variedades más exquisitas y caras de todos los países son las que reciben un tratamiento más cuidadoso, que consiste principalmente en la adición de otros vinos, etc. En Francia se elaboran los vinos, propiamente hablando, como indica bien la frase usual en aquel país, *travailler le vin;* es decir, que las clases baratas, principalmente las de los departamentos meridionales, Hérault, Pyrénées Orientales, Aude, Gard, etc., se mezclan con los vinos cosechados en Burdeos, Borgoña, Beaujolais, Macon, para poder dar los últimos á mejor precio; pero los vinos así mezclados son siempre vinos naturales, mientras que no puede decirse lo mismo con toda exactitud tratándose de los obtenidos por el método de Gall, ó con las vinazas, aun cuando se

haya empleado en ello la mejor azúcar, pues por la inevitable adición de agua, muchas veces en cantidad triple ó cuádruple á la de la masa primitiva, disminuye la proporción de ciertos elementos esenciales, que no pueden reemplazarse por un producto adicional.

Aparte del alcohol, está prohibida en Francia toda otra adición al vino, sea ó no perjudicial á la salud, imponiéndose por estos delitos, considerados como falsificaciones, multas hasta de 1.000 francos y reclusión hasta por cuatro días; esto á más de que el vino falsificado se arroja á la calle, ó bien, si no es peligroso su uso, se distribuye entre los hospitales. La misma adición de agua, cuando excede de ciertos límites, se considera como una falsificación, y en París casi todas las semanas tiene lugar alguna condena por esta causa. Una cosa análoga, aunque en menor escala, ocurre entre nosotros. A muchos vinos caros, y particularmente á los destinados á enviarse á lejanas comarcas, se añade alcohol, tanto para aumentar su capacidad de conservación, como también para adaptarlo al gusto de algunos consumidores. En otros casos, la adición de espíritu responde al objeto, ya indicado, de aumentar la cantidad. Generalmente, en estos últimos casos se practica la adición después de fermentado el vino. Sin embargo, recientemente se ha comenzado á añadir alcohol al mosto, y las experiencias que se han hecho para decidir qué sería más conveniente, si añadir azúcar para que fermentara con el vino, transformándose en alcohol, ó poner de éste mismo en el mosto, parecen dar la razón al último procedimiento, pues con él no hay lugar á un aumento en la cantidad de ácido, como sucede con el primero.

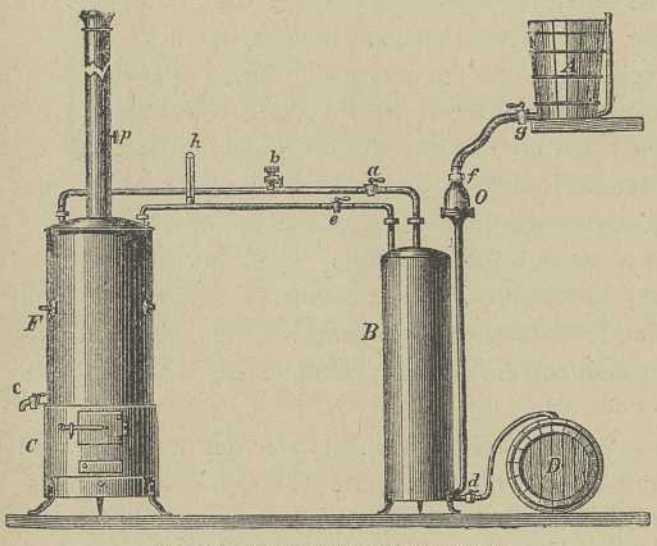


FIG. 127.—Aparato para *pasteurizar* el vino.

Para hacer los vinos más inalterables, sobre todo para la exportación, favoreciendo al mismo tiempo su madurez, se ha introducido en algunos puntos la práctica de una operación, debida al eminente químico francés Pasteur, de quien toma nombre. Consiste en calentar el vino en vasijas cerradas á 50 ó 60° centígrados durante un corto tiempo, con lo cual pierden su actividad vital los esporos de los fermentos que todavía pudieran existir en el líqui-

do, y, por consiguiente, no hay ya ocasión á que se desarrolle enfermedad alguna en él. Existen varios aparatos para llevar á cabo esta operación, siendo uno de los mejores el de Terrel des Chènes; otro, muy recomendable también, y que se puede transportar con facilidad, es el representado en la fig. 127. El vino que se ha de calentar llega desde el tino *A*, y á través del tubo *g f* al calentador anterior *B*, el cual, lo mismo que el aparato de calefacción propiamente dicho, está construído en forma de altos cilindros. *F* es el espacio de calefacción, en el cual se halla la vasija que contiene el líquido; *C* es el hogar; *h* un termómetro que da la temperatura del vino que sale de la caldera para pasar al espacio *B*, que es, al mismo tiempo que calentador previo del líquido frío, refrigerante para el caliente. La entrada y salida del vino puede regularizarse por medio de las llaves *a*, *d*, *e* y *g*; el vino enfriado fluye por la llave *d* al depósito *D*. Este aparato se construye en tres tamaños diferentes, que corresponden á una labor diaria desde 5.600 hasta 10.000 litros. Otro aparato destinado al mismo objeto es el de Houdart (figura 128), semejante al anterior, pero algo más complicado; su disposición queda explicada por las indicaciones que se hacen al pie de la figura.

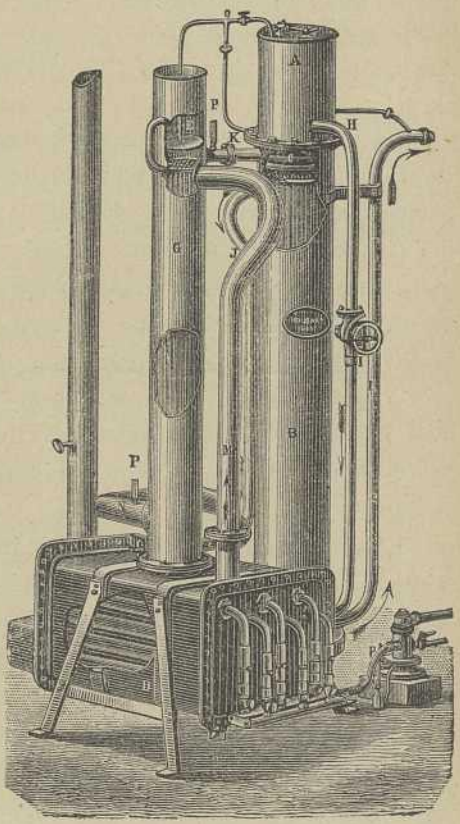


FIG. 128.—Aparato de Houdart para el *pasteurizado* de los vinos.

A. Depósito de nivel constante destinado á recibir el vino. *B* Aparato refrigerante. *C*. Calentador del vino. *D*. Caldera *E*. Depósito de agua para ésta. *F* Regulador automático de la temperatura. *G*. Sensibilizador de éste. *H*. Tubo de alimentación del refrigerante. *I*. Llave graduada para regularizar la salida de vino. *J* Tubo de unión entre el refrigerante y el aparato calentador *K*. Otro tubo análogo. *L*. Tubo de salida del vino fuera del aparato. *M*. Tubo de alimentación de agua desde la caldera al calentador. *N*. Tubo de desagüe. *O*. Tubo conductor de los vapores desprendidos durante la calefacción. *P*. Termómetros.

También se ha propuesto, para hacer conservable el vino, electrizarlo; es decir, hacer pasar á traves de él una corriente eléctrica constante.

La operación, muy usual en Francia, llamada enyesado, y que consiste en añadir al vino una pequeña cantidad de yeso vivo, tiene por objeto hacerlo más fácilmente clarificable y más inalterable. En efecto, entre la piedra de tártaro contenida en el vino y el yeso, tiene lugar una reacción química, en virtud de la cual queda en sustitución del tartrato potásico una cantidad correspondiente de sulfato potásico, cuya sal, no siendo tolerada por todos los estómagos, ha sido causa del descrédito de

los vinos enyesados entre los consumidores. Sin embargo, en Francia y en España se tolera el enyesado hasta cierto límite, que corresponde á la presencia de dos granos de sulfato potásico por litro de vino.

La adición de glicerina según el método de Scheele no es tampoco perjudicial en ciertos límites; pero, sin embargo, no conviene que se generalice.

BODEGUERÍA

La formación del vino en la bodega está subordinada principalmente á la temperatura de ésta, que debe ser todo lo uniforme posible, y, sobre todo, no descender de cierto grado. El vino va recobrando gradualmente su reposo, hasta que llega un momento en que no se desprende ya nada de ácido carbónico y en que se puede ajustar herméticamente el tapón de la cuba después de haber llenado ésta hasta colmarla. Pero á pesar de este reposo aparente, todavía se halla el vino sometido á una continua transformación de sus componentes, por efecto de la cual gana en cualidades durante cierto tiempo, si bien más tarde retrocede de nuevo. Los productores de vino deben saber reconocer con precisión este punto culminante, para ponerlo en venta en su mejor época.

El vino exige muchos cuidados; hay que preservarlo de alteraciones y de algunas que se llaman enfermedades. En primer lugar, deben rellenarse las cubas por lo menos cada catorce días para sustituir la porción que ha salido á través de sus paredes porosas. Cuanto mayor es la cuba, menos considerable es la pérdida por este concepto, pues el volumen interior crece en proporción mayor que la superficie de las paredes. Sin embargo, más que por esta consideración, que en realidad no carece de importancia, ha sido por la afición á lo extraordinario por lo que se construían en tiempos pasados esas cubas gigantescas, cuya tosca instalación se festejaba muchas veces, bien fuera, bien dentro de las mismas. La célebre pipa de Heidelberg, en que ya han querido sepultarse algunos fanáticos del dios Baco, contiene 23.600 botellas de vino y fué reconstruída en el año 1711. En una bodega de Tubinga hay otra que tiene 8 metros de larga, y merece también citarse, á título de curiosidad, la que existe en la bodega municipal de Bremen, cuyo contenido cuenta siglos de edad.

Si se abandona el relleno de las pipas, se forman en la superficie del líquido, y por efecto del contacto con el aire atmosférico que penetra á llenar el vacío originado, un fermento ó moho que favorece la fermentación acética y que consiste en pequeñas hojas blancas y oleosas. Cuando el tonel está lleno por completo, se reune este fermento exclusivamente junto al tapón que cierra el orificio, pudiéndose quitar entonces con facilidad. Para evitar la producción de

este moho, sirven muy oportunamente los frascos tapones de Gall, representados en la fig. 129 en tamaño un quinto del natural. El frasco de cristal adaptado al tapón, que lleva además un orificio lateral por el que puede salir de la cuba todo el aire contenido, está lleno de vino hasta más de la mitad, y lleva encima de éste una capa de dos y medio centímetros de altura de aceite de oliva de primera calidad, el cual impide el contacto del aire con el vino, y, por consiguiente, toda formación de moho. El tonel donde se toma el vino para rellenar las grandes cubas, debe azufrarse fuertemente cada vez para alejar el aire atmosférico, pues la causa de la formación de mohos, más que en la presencia del oxígeno, se halla en la de los esporos que flotan siempre en el aire, y que encontrando en el vino materias nitrogenadas que les sirven de alimento, se desarrollan y multiplican en su seno. De aquí que se consiga también el objeto de proteger al vino contra la formación de mohos, dejando entrar en el tonel el aire, pero después de haberlo privado de dichos esporos, bien por la calefacción en tubos de hierro incandescentes, bien por filtración á través de algodón en rama.

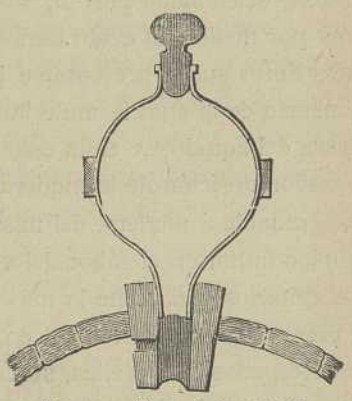


FIG. 129.—Frasco tapón, de Gall.

El vino debe estar cristalino al embotellarse. Cuando se han tenido desde un principio todas las precauciones necesarias, basta decantarle un par de veces de las heces ó posos para que quede claro por sí mismo. Pero si al cabo de mucho tiempo no se ha clarificado espontáneamente, hay que recurrir á otros medios para conseguirlo. El usual de clarificación es la cola de pescado purificada (vejiga natatoria purificada de algunos peces); su disolución tiene la propiedad de arrastrar consigo al fondo las partículas que enturbian el vino, pudiéndose luego decantar éste perfectamente claro. Otro medio excelente, para el objeto, es también la leche recién ordeñada (próximamente un litro por 500 á 800 litros de vino), la cual se coagula inmediatamente y precipita también las impurezas. Sin embargo, las clarificaciones repetidas afectan profundamente á las cualidades del vino. El vino tinto no puede clarificarse por estos medios, pues se decoloraría al mismo tiempo; aun la clarificación usada generalmente para el vino tinto con clara de huevo, perjudica á su color. De aquí que en este caso sea preferible la filtración.

Entre las enfermedades que inutilizan el vino para el mercado, encontramos, como una de las más fatales, *la picadura*, en la que el alcohol ha entrado ya en fermentación acética. Otra enfermedad que se presenta con frecuencia, y que afecta no poco á las cualidades del vino, es la llamada podredumbre. Consiste, en efecto, en un olor á huevos podridos resultado de la formación de hidrógeno sulfurado por la descomposición de los sulfatos (sul-

fato de sosa, yeso, etc.), que las cepas absorben fácilmente cuando se someten á un abono muy abundante. Es éste un fenómeno análogo al que tiene lugar á veces en las aguas minerales que contienen sulfatos. Una hojita de paja que haya quedado en la botella, ó bien un corcho de mala calidad, es bastante para producir al cabo de algún tiempo la descomposición del sulfato, y, por consecuencia, el olor del hidrógeno sulfurado. Esta enfermedad se presenta en los vinos, aun los mejores, cuando menos se espera; pero en cambio no hay necesidad de preocuparse de ella, pues desaparece también por sí misma. Entre las enfermedades del vino propiamente dichas, la más interesante es el engrasamiento, que sólo se presenta en vinos pobres en tanino y alcohol; en este estado el vino fluye formando un hilo continuo de consistencia oleaginosa. La causa es una descomposición particular del azúcar y de la materia albuminosa, ocasionada por un hongo microscópico; pero separando dicha albúmina por medio del ácido tánico, recobra el vino su primitiva fluidez. En los vinos tintos suele presentarse la descomposición del ácido tartárico, por consecuencia de la cual la materia colorante, faltándole este medio disolvente, se separa del líquido; se evita esto añadiendo algo de ácido tartárico. Finalmente, la descomposición de la madera del tonel puede comunicar al vino un gusto desagradable á madera, del mismo modo que un corcho de mala clase puede también influir en el sabor del vino. Tales vinos pueden regenerarse sin más que agitarlos con aceite lo más puro posible de olivas ó de nueces. Todavía se presenta otra enfermedad en los vinos blancos, que consiste en que después de destapadas las botellas, su color amarillento se transforma al poco tiempo en pardusco, al mismo tiempo que se enturbia el vino; este fenómeno se ha observado principalmente en vinos que tenían muy poco ácido, y que se habían obtenido de cepas algún tanto podridas, así como también en vinos de orujo acrecentados por el método de Gall. Sólo en el menor número de casos ha sido posible señalar con toda seguridad las causas de las diferentes enfermedades del vino. La hipótesis de que ciertos organismos parasitarios, cuyos gérmenes estuvieran contenidos en el mosto ó bien fueran aportados por el aire dieran lugar por su desarrollo á esos estados anormales, parece tener gran verosimilitud; es, sin embargo, dudoso que baste para la explicación de todos los casos.

Los beneficios del ya citado método de conservación, debido á Pasteur, consisten en que, matando por el calor los gérmenes de esos parásitos, se hace el vino menos alterable.

COMPOSICIÓN DEL VINO YA HECHO

Los componentes de las diferentes clases de vino son esencialmente los mismos en todas ellas, sino que se encuentran en proporciones cuantitativas muy distintas; tan sólo algunos pocos de los más importantes de esos componentes muestran cierta constancia en su cantidad. Después del agua, la sustancia más abundante es el alcohol, cuya cantidad oscila ordinariamente entre 5 y 15 por 100; pero llega hasta el 20 y más en algunos vinos, como los de Madera y Oporto. El conjunto de todos los componentes de un vino que no se volatilizan á 100°, forma el llamado extracto; éste se halla contenido en los vinos comunes en la proporción de 1 y medio á 3 por 100, que se eleva hasta el 24 por 100 en algunos vinos dulces espumosos poco hechos. Es evidente que en tales vinos la cantidad de azúcar es muy grande, mientras en los vinos comunes sólo contiene de 0,1 á 0,4 por 100 de ella. Además existen sustancias pécticas, albúmina vegetal y algo de glicerina; á cuyas materias deben algunos vinos su espesura y pronunciado sabor. La glicerina se origina durante la ermentación, del mosto, al mismo tiempo que el alcohol y ácido carbónico, y también junta con algo de ácido succínico, productos todos de la transformación sufrida por la glucosa (azúcar); en general los vinos inferiores contienen de 0,2 á 0,5 por 100 de glicerina; los mejores de 0,6 á 1,5. Los ácidos orgánicos del vino ya formado pueden dividirse en dos clases: volátiles y no volátiles; en parte existen unidos á las bases, formando generalmente sales ácidas; en parte existen en estado de libertad. Los ácidos orgánicos fijos son: el ácido tartárico (y á veces el paratartárico), el málico, el succínico, el tánico y también es posible la existencia de pequeñas huellas de ácido láctico y péctico. Los ácidos volátiles son: el acético, el propiónico y el valeriánico; la cantidad del último oscila entre 0,025 y 0,175 por 100; la de los dos últimos reunidos alcanza un dozavo á un dieciseisavo de la de ácido acético. De unos y otros, es decir, volátiles y no volátiles, contiene el vino en estado libre de 0,5 á 1,2 por 100, incluyendo la cantidad de ácido que no está neutralizada por las bases en las sales ácidas. Finalmente, se encuentra en todo vino cierta cantidad de sales tomadas de la tierra, y que permanecen en forma de cenizas cuando se evapora el vino y se calcina el residuo de esta evaporación. Dichas cenizas (0,14 á 0,30 por 100) consisten en carbonato potásico (cuyo ácido carbónico se ha originado por la combustión de los ácidos orgánicos que existían en el vino, combinados con la potasa) y fosfato de cal, juntos con pequeñas cantidades de silicatos y cloruros de magnesia, manganeso, hierro y sosa. Los componentes olorosos del vino, los que le dan la fragancia, ó lo que los franceses llaman *bouquet*, no son aún bien conocidos,

por existir en cantidades extraordinariamente pequeñas; aparte del éter enántico, que se acumula principalmente en las heces del vino, de las cuales se extrae, existen también débiles porciones de éteres compuestos, correspondientes á los ácidos antes citados, y que se van formando durante la conservación del vino. El reconocimiento de la especie de estos cuerpos existentes en tan pequeña cantidad, no es empresa fácil, pues por lo común aparecen asociados en gran número, siendo muy pequeña la parte que á cada uno de ellos corresponde en el efecto total, por más que, sin embargo, su desaparición ejerciera una influencia esencial sobre el gusto del vino. Así, aunque la química

FIG. 130.—Catado del vino en la bodega.

analítica ha conseguido determinar algunas de las combinaciones orgánicas, cuyo conjunto da al vino su aroma especial, no se ha dicho siquiera que se pudiera regenerar la fragancia de un vino por la adición de dichas sustancias. En efecto; cuando alterado un cuadro al óleo se hubieran separado de él hasta los últimos átomos de sus diferentes materias colorantes, ¿se había acaso de conseguir, por la simple mezcla de estos materiales, la regeneración de la obra más ó menos inspirada que el artista había producido? Pues la Naturaleza es un artista sublime, al que sólo imperfectamente podemos imitar. Sin embargo, el hombre lo intenta instigado por el afán del lucro, y en ningún terreno realiza con más desenfado su misión falsificadora, que en el de la preparación de los vinos.

Nuestros antepasados castigaban con la pena de muerte á los sofisticadores del vino. En nuestros días se ofrecen en público, y sin ningún escrúpulo,

los llamados vinos artificiales; es decir, líquidos que tienen el aspecto y próximamente el sabor del vino, pero que no llevan en sí ni un átomo que proceda de la uva, no habiéndose recolectado en un viñedo, sino en un campo de patatas ó en un sembrado de remolachas, etc. En los últimos tiempos han vuelto á fijar los gobernantes y legisladores su atención en las falsificaciones de artículos alimenticios.

Para dar color á los vinos tintos, lo cual constituye una verdadera falsificación, se utiliza una porción de materias colorantes, muchas de las cuales no carecen de influencia perniciosa sobre la salud. Así, se emplean las flores de la malva negra, las bayas del *Sambucus nigra*, del *Ligustrum vulgare*, *Phytolacca decandra*, el campeche, la madera de Pernambuco, la cochinilla, las bayas de mirto, la remolacha roja, etc., etc, para avivar el color ó hacer con vinos blancos vinos tintos, que son más caros. Pero cuando se emplean en estas criminales operaciones materias colorantes, como la fuschina y el violeta de anilina, que, como es sabido, suelen contener arsénico, toca á la policía sanitaria la corrección de semejante monstruosidad.

VINOS ESPUMOSOS Ó CHAMPAGNES

Se da este nombre á ciertos vinos embotellados que contienen una gran cantidad de ácido carbónico, el cual sólo puede desprenderse cuando se abre la botella, y entonces da lugar á la conocida formación de espuma. Como quiera que el dicho gas, originado por la fermentación, desaparece inmediatamente á medida que se produce, ó bien queda tan sólo una parte muy pequeña de él disuelta en el líquido, hay necesidad de emplear procedimientos especiales de elaboración para retener una cantidad mayor en el vino, y en ellos consisten los modos de fabricación del champagne, que estudiaremos ligeramente.

El nombre de este vino nos indica que somos deudores de él á la Champagne, antigua provincia francesa, cuya capital, Reims, inspira gran interés por sus recuerdos históricos. Reims, así como los pueblos inmediatos, Epernay, Sillery, Chalons, y, además, el conocido cognac, etc., han adquirido nombradía en todo el mundo civilizado por el mérito de sus vinos.

El distrito vinícola de la Champagne forma una llanura sumamente extensa, amenizada por graciosos valles y protegida por una serie de suaves colinas y elevaciones en el terreno, y en la que se reunen las condiciones más favorables para el cultivo de la vid. Sin embargo, no todas sus partes están igualmente expuestas al sol, y en sus productos se dejan notar diferencias bastante considerables, que dependen también de las variedades de cepas, y cuyo reconocimiento y aplicación adecuados es de la mayor importancia para la fabricación del champagne. Un paladar delicado puede, pues,

constituir un capital muy productivo; en efecto, se comprende que cada pequeño viticultor no puede por sí mismo elaborar su cosecha, sino más bien que estas pequeñas cosechas bien vendidas á los grandes fabricantes, pues la elaboración del champagne es tan completa y penosa, que sólo cabe llevarla á cabo por grandes establecimientos donde se tengan todos los cuidados necesarios.

La mayor importancia, en este concepto, la tienen los departamentos del Aube, Ardennes, Marne y Alto Marne, que ofrecen próximamente 20.000 hectáreas de viñedo con un rendimiento de 700.000 hectolitros de vino al año, de los cuales, sin embargo, sólo unos 180.000 hectolitros se destinan á la elaboración de vinos espumosos. Los mejores viñedos se hallan en la proximidad de Reims, en la colina llamada la *Montagne*, en donde se halla también el pueblo de antigua celebridad, Sillery, cuyo nombre servía antes generalmente para designar los vinos de champagne. El castillo y los viñedos aquí situados, y que en un tiempo fueron propiedad del mariscal D'Estrées (el padre de la bella Gabriela, favorita de Enrique IV), pertenecen hoy á la conocida casa Jacquesson é hijos, fabricantes de champagne. En el mismo grupo de colinas se hallan Bouzy, Saint-Basle, Mailty, Berzy, Berzenay, Ludes, Taissy, Pierry y Moussy, con Epernay, están á la izquierda, y en su proximidad se halla el castillo de la viuda de Cliquot, esa dama que alaban á coro todos los *gourmets*.

La gran fama de los champagnes que llevan la marca de la viuda se fundó, no sólo en la delicadeza del gusto y del aroma, de la belleza en el color y la espuma, etc., sino también muy especialmente en la uniformidad que conserva á través de las más diversas cosechas, la fijeza con que presenta siempre las cualidades que desde un principio se le reconocieron como buenas. Nada hay de misterioso en la fabricación del champagne. La ventaja que tienen sobre otros los célebres fabricantes Cliquot, Röderer, Heidsick, etc., consiste únicamente en sus grandes capitales, mediante los cuales pueden llenar bodegas que satisfagan las necesidades de la fabricación durante algunos años, y que, por consiguiente, no hay necesidad de llenar más que en los años de buenas cosechas.

La base del champagne es el mosto, y para obtenerlo se opera con las uvas exactamente del mismo modo que para preparar vino común. Las primeras prensas ofrecen un producto superior al de las últimas, y, según las cualidades que se quiere dar al champagne, se someten las uvas á un grado mayor ó menor de presión. Para las cualidades superiores (flor de Sillery, etc.), se emplean generalmente sólo los tres primeros prensados; la renombrada viuda de Cliquot vende los residuos de las prensas, no completamente agotados, á otros productores de vinos, los cuales, mediante adición de agua y repetidas expresiones, obtienen todavía un producto aprovechable.

Una gran parte del mosto se obtiene de uvas negras; pero como el champagne no tiene color, ó bien lo tiene muy claro, no se dejan las películas con el mosto durante la fermentación de éste: es más, al prensar las uvas negras no se agota el zumo, pues en tal caso prestarían al mosto una parte de su materia colorante.

Con el mosto extraído de diferentes uvas se componen las llamadas *cuvées*, en las cuales se ensaya la riqueza en azúcar por medio del sacarímetro; aparte de que sirve también de gran auxilio el dictamen de los catadores experimentados. Por lo general, se toman para formar la *cuvée* dos tercios de mosto de uvas negras y un tercio de mosto de uvas blancas. La mezcla de ambos constituye la operación llamada *coupage*. En el fondo, la fabricación del champagne no presenta hasta aquí nada de notable: el tratamiento especial de estos vinos no comienza hasta que en la primavera inmediata, después de haberse clarificado por completo, se introducen en las botellas. La fermentación, que no ha terminado todavía, se prosigue con gran vigor dentro de éstas en bodegas especiales (cuya temperatura no debe ser muy baja), tanto que, para evitar los perjuicios que pudieran ocasionarse por la rotura de los frascos, los fabricantes de champagne emplean botellas sumamente resistentes, que se acumulan, formando muros, de tal suerte, que los cuellos se entrecruzan, pudiéndose, sin embargo, sacar con facilidad una de ellas sin que se altere el conjunto. A pesar de las grandes precauciones que durante todas estas operaciones se emplean, y á pesar de que se ensaya por medio de bombas de compresión especiales la resistencia de cada botella antes de usarla, se rompe gran número de ellas por efecto de la presión que ejerce el ácido carbónico desarrollado en su interior, pudiéndose dar por muy contento el fabricante cuando esta pérdida no excede de un 6 á 8 por 100, pues ocurren casos en que se eleva hasta un 50 por 100, y antes llegaba en ocasiones al 60 ó 70. Por lo demás, es evidente que el líquido que fluye de los frascos rotos puede recogerse, y á este fin se halla el suelo de la bodega atravesado por canales de mampostería, que conducen el vino á un depósito apropiado.

Cuando la fermentación ha avanzado lo suficiente, se sacan las botellas, se agitan fuertemente para desprender las impurezas adheridas á las paredes, y en seguida se colocan sobre unos aparadores, invertidas, y en posición ligeramente inclinada con respecto á la vertical. Después de algunos días, los posos se han reunido ya de nuevo en el cuello de la botella; entonces un operario los impele hacia el corcho con un rápido movimiento, y quitándolo de pronto, para lo cual introduce el cuello en una cuba abierta lateralmente, sale el poso fuera, lanzado con ímpetu por el gas carbónico que se desprende. Esta labor se llama degüello, y los que la verifican, *degorgeurs*. Exige gran destreza, pues al mismo tiempo que deben extraerse lo más completamente posible las impurezas, debe evitarse cuanto se pueda la pérdida de vino. A veces no

basta un solo degüello para separar todo el poso, y es preciso repetirlo, si no se quiere menoscabar la bondad del champagne.

Con objeto de sustituir el gas carbónico que sale durante la operación anterior, y de comunicar al vino esa dulzura que se busca generalmente en él, se le añade, antes de tapar de nuevo la botella, el llamado licor, que consiste en una disolución de azúcar cande, la más pura, en vino de la misma clase, guiándose, en cuanto á la cantidad del licor adicionado, en parte por el azúcar, todavía existente en el vino, y en parte por el gusto de los compradores. En Rusia, por ejemplo, gusta el champagne muy dulce, así como muy fino en alcohol y ácido, mientras que en Francia se prefieren las clases más suaves y menos dulces. Los ingleses son aficionados á las bebidas muy fuertes; de aquí que á ciertas clases de champagne se añada con el licor cierta cantidad de cognac; también se aprovecha á veces esta ocasión para añadir alguna materia colorante. La operación de la adición del licor (*el dosado*) está á cargo del llamado *opereur;* pero antes de que las botellas lleguen á sus manos, pasan por las del llamado *chopineur*, cuya misión es extraer desu contenido un volumen equivalente al del licor que se necesita.

FIG. 131.—Dosado y encorchado de las botellas de Champagne.

Después del dosado, se llenan las botellas por un cuarto operario, que emplea para ello el vino claro y espumoso que el *chopineur* extrae de ellas y sólo después de todas estas operaciones pasan, por último, á manos del *boucheur*, para ser tapadas con corchos bien compactos y previamente preparados al efecto (fig. 131). El *ficeleur* sujeta los corchos con un bramante, y el *ficeleur au fil de fer* con un alambre, que rodea el corcho y el cuello de la botella (fig. 132). Finalmente, se recubre el tapón y la parte superior del cuello con papel de estaño ó con barniz de laca, y se pegan los rótulos. Los operarios del encorchado y ligadura se valen al efecto de máquinas especiales, habiéndose consagrado en particular gran atención á las destinadas á la primera de dichas operaciones. Los corchos empleados para tapar las bote-

llas de champagne deben escogerse exclusivamente entre las clases superiores, y cuando se ha comprobado su bondad, se les pone el sello de fábrica en la cara inferior, ó simplemente una marca con un hierro candente. Se ha intentado modificar la preparación del champagne verificando todas las operaciones que comprende, hasta la adición del licor en grandes cantidades, dentro de una vasija cerrada, llamada *enóforo*, en lugar de hacerlas en cada una de las botellas por separado. Sin embargo, este proyecto no ha logrado todavía triunfar de los antiguos métodos. La conservación del champagne, una vez hecho, exige bodegas muy buenas, muchas de las cuales, como la representada en la fig. 133, están construídas en las cuevas labradas antiguamente por la explotación de las canteras de piedra caliza en la Champagne.

FIG. 132.—Alambrado de las botellas de champagne.

Por lo demás, en los tiempos modernos se ha implantado también con éxito la fabricación de vinos espumosos en otros países, ofreciendo en los mercados excelentes productos algunas fábricas en las comarcas del Rhin y del Main, de Gaale y de Elba, si bien no puede negarse que todavía hoy son sólo los champagnes franceses (no todos, naturalmente) los que manifiestan caracteres de exquisita delicadeza.

De las Memorias de la Cámara de Comercio de Reims resulta que en el departamento del Marne existen 16.500 hectáreas de viñedo, de las cuales pertenecen 2.465 al distrito Vitry-le-français, 555 al de Chalons y 700 al de Saint-Menehoult. Pero son muy superiores á éstos los viñedos pertenecientes al distrito de Reims y de Epernay, de los cuales el primero contiene 7.624 y el segundo 5.587 *H a.* Estas son las comarcas que producen los mejores vinos. Desde hace treinta años se ha cuadruplicado en ellas el valor del suelo donde se cultiva la viña de buena clase.

Aparte del descrito, existe también otro medio para obtener vinos espumosos de bajo precio. Consiste en introducir, mediante un aparato compresor como los que sirven para la fabricación de las aguas gaseosas, el ácido carbónico en un vino algo azucarado y con algún cognac. Sin embargo, el gusto de estos vinos espumosos es muy inferior al de los fabricados por el procedimiento ordinario. El ácido carbónico no es en este caso un elemento

propio del líquido, sino que es una sustancia extraña á él, que se manifiesta con su sabor propio, y en cierto modo con independencia del resto.

El siguiente cuadro, que contiene las cantidades representadas por el valor del vino producido y consumido en los diferentes pueblos, evidencia bien la importancia de las fuerzas que entran en juego en la industria vinícola en general, y su participación considerable en el trabajo y en la alimentación de la humanidad. Según la estadística europea comparada de O. Housmer, la

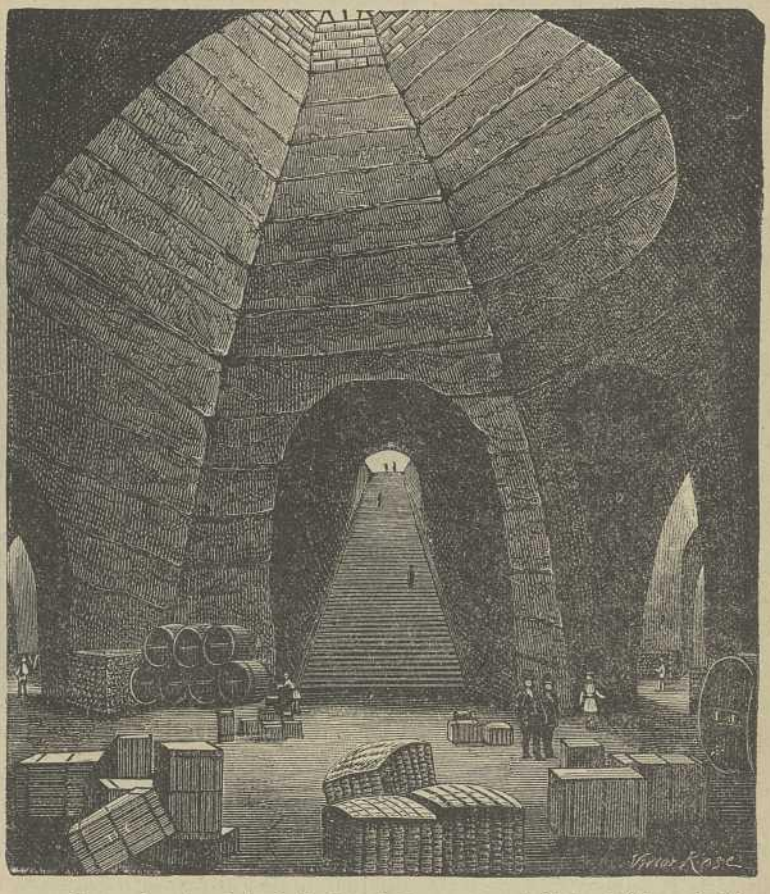


FIG. 133.—Cueva subterránea destinada á bodega de champagne, en la fábrica de Röderer, de Reims.

producción total de esta parte del mundo alcanza un valor próximamente de 2,360.900.000 de francos, de los cuales corresponden á

	FRANCOS
Francia	916.600.000
España	424.000.000
Austria	405.000.000
Italia	405.000.000
Portugal	92.000.000
Alemania	45.600.000
Suiza	23.400.000
Grecia	20.200.000
Rusia	9.600.000

En muchos países en que se cultiva la vid, entre los cuales se cuentan desgraciadamente algunas de nuestras provincias vitícolas, ha producido daños muy considerables la filoxera (*Phylloxera vastatrix*) precedente de América, y que destruye los sarmientos. Se presentó por primera vez esta enfermedad el año 1865 en Pujault (Gard), sobre la orilla derecha del Ródano, desde donde se extendió á una gran parte de Francia y España. El mencionado insecto habita en las raíces, y se multiplica en gran cantidad, de manera que se propaga al tallo.

La sidra ó *vino de fruta* gusta mucho en varias comarcas alemanas, y por

Fig. 134.—Preparación de la sidra en Normandía.

su bajo precio constituye la principal bebida de la clase trabajadora en Francfort, etc. En Francia goza de fama la sidra de Normandía y de Picardía, y en nuestro país la de la región cantábrica.

Como primera materia se utiliza con preferencia la manzana; la pera, por lo general, sólo se emplea mezclada con aquélla; pero además se echa mano también de diferentes frutas. Entre las clases de manzanas, las más estimadas para la mesa son también las que dan la sidra más exquisita, mientras que hay variedades de peras que no pueden comerse y ofrecen, sin embargo, una excelente bebida. Entre éstas sobresalen especialmente las peras de Vorsdorf, que proporcionan un vino sumamente delicado y muy semejante al de la uva; en Suecia el material más común es la manzana

de Lucken. Por lo demás, puede emplearse cualquiera clase de frutas siempre que se tomen en estado de completa madurez, bien sea temprana ó tardía. Entre las clases de peras ofrece ventajas especiales la pera de Brat ó de Champagne (de sabor amargo y áspero), y puede emplearse desde luego para el objeto la pera de Wolf, que no sirve para comer; se paga, sin embargo, muchas veces á subido precio, por la propiedad que tiene de clarificar los mostos (incluso el de la uva). Ordinariamente se recolectan las frutas destinadas á la elaboración del vino, agitando las ramas de los árboles, y se procede á dicha elaboración inmediatamente, para no dar lugar á que se pudran aquéllas. Sólo en el caso en que se trata de obtener un producto de clase superior es preciso coger las frutas una por una, y dejarlas algún tiempo para completar su madurez.

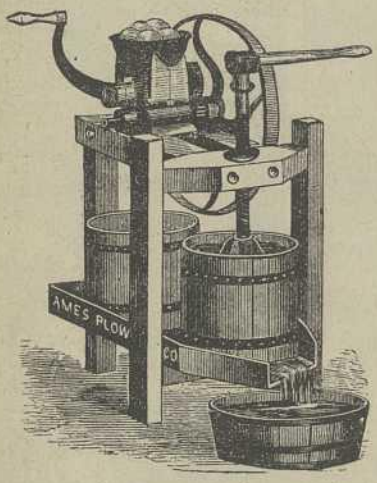


FIG. 135.—Molino y prensa americana para frutas.

Las frutas son luego machacadas ó cortadas en pequeños pedazos, empleándose generalmente para lo primero grandes muelas de 1,50 á 2 metros de diámetro, que suelen moverse á mano ó por fuerza animal y que giran dentro de un espacio anular, donde está contenido el fruto (fig. 134); otras veces se hace pasar éste, dividido previamente en pedazos, por entre los cilindros de piedra que lo estrujan. La extracción del jugo ó mosto es un trabajo alegre, en que toman parte viejos y jóvenes. En algunos puntos no se prensa la masa pulposa obtenida de los frutos hasta después de dejarla algún tiempo en tal estado, agitándola fuertemente; de este modo parece que la sidra adquiere más aroma y un color más agradable. Pero por lo general se prensa inmediatamente después de dividida la masa, poniendo el mosto en cubas, que se llenan por completo hasta el nivel del orificio mismo, con objeto de que las impurezas puedan ser expelidas por el ácido carbónico que se desarrolla durante la fermentación. Si se deja verificar la fermentación tumultuosa en toneles abiertos, pueden separarse fácilmente las heces que flotan en la superficie, formando una capa espumosa. Después de terminada dicha fermentación tumultuosa, se traslada la sidra joven á cubas bien azufradas, en las que se debe clarificar por completo, para ser transvasada otra vez. La fig. 135 representa un aparato americano triturador de frutas; y una prensa, muy usados y algo más perfectos que los de la fig. 134. Consiste esta máquina en un fuerte sostén de madera que lleva en la parte inferior un suelo provisto de reborde, y sobre e cual se hallan dos cilindros como los de las prensas. En uno de los travesaños superiores se halla la tuerca del tornillo de la prensa; sobre el otro trave-

saño se halla sujeto un pequeño molino de hierro. Esta máquina, sin embargo, sólo es propia para una labor en pequeño.

.En las comarcas en que se elabora vino de frutas, se bebe también con gran afición el mosto apenas fermentado, turbio y todavía fuertemente ácido; sólo se preocupan, al prepararlo, de separar las heces, para lo cual se sirven, como de un medio excelente, de manojos de baya bien limpia que se ponen en el tonel y que retienen mecánicamente las partículas flotantes en el líquido. Si se llenan con esta sidra clarificada botellas de Champagne, tapándolas luego, se obtiene un vino espumoso su mamente reparador y vivificante.

Entre los vinos de frutas, merecen todavía mencionarse los de grosella y de frambuesa. La preparación de estos vinos es desde siglos atrás en Inglaterra una rama de la economía doméstica, habiendo adquirido notable grado de perfección. Cada clase de fruto exige, sin embargo, un tratamiento diferente, según sus cualidades. Las bayas de grosella deben dejarse madurar por completo en las ramas, pues aun entonces contienen siempre bastante ácido; las de frambuesa, por el contrario, deben cogerse antes de madurar, no sólo con objeto de que tengan la acidez necesaria, sino también porque cuando está muy avanzada la madurez, contiene el mosto demasiada sustancia mucilaginosa (gelatina vegetal). Los frutos de la grosella suelen calentarse con agua hirviendo en una caldera de cobre bien limpia, antes de ser prensados. Su mosto contiene, sin embargo, demasiado ácido para que pueda ofrecer un vino bebible, por lo cual se diluye en una cantidad proporcionada de agua con azúcar, y después se abandona á la fermentación (como en el método de Gall para el tratamiento de los vinos). Aumentando la cantidad de azúcar y reduciendo la de agua (por ejemplo, tomando para 100 litros de mosto de grosellas cocidas, 35 litros de agua y 64 kilogramos de azúcar) se obtiene después de un largo reposo (por lo menos cinco años) un vino cuyo sabor es semejante al de los más exquisitos vinos húngaros ó de Madera.

Las frambuesas sin madurar tienen una cantidad de azúcar casi siempre constante, y se puede, por tanto, calcular 18 litros de agua y 10 kilogramos de azúcar, por término medio, para cada 50 kilogramos de fruto, el cual se tritura y se mezcla con la tercera parte del total de agua necesaria (ó sean 6 litros), abandonando después la mezcla á la fermentación. Cuando comienza ésta, se procede al prensado. Después se disuelve el azúcar en los otros dos tercios del agua, se mezcla esta disolución con el mosto, y se deja el conjunto en un tonel para que fermente.

Desde hace algunos años comienza á circular también en el comercio un vino hecho con las bayas de mirtilo ó arándano.

CERVEZA Y SU FABRICACIÓN

Historia —Difusión de la cerveza desde Alemania á otros países.—Práctica de la cervecería.—La malta.—Malta verde y malta tostada.—División de ella.—Preparación del mosto.—Mosto y levaduras.—Cocción del lúpulo con el mosto.—Enfriamiento en los aparatos refrigerantes.—La fermentación.—Cerveza de alta y baja fermentación.—Cerveza de verano y cerveza de invierno.—Conservación y servicio de la cerveza.—Composición.—Levadura industrial.—Fabricación del vinagre.—Fundamento de la fermentación ácida.—Ácido acético y su preparación.—Perfeccionamiento de los antiguos modos de fabricación del vinagre por Boerhaave.—Fabricación rápida.—Procedimiento de Döbereiner.—Vinagres de frutas y vinagres aromáticos.

Los antiguos escritores griegos atribuyeron unánimemente la gloria de la invención de la cervecería á los egipcios. Herodoto (nacido 484 años antes de Jesucristo), el escritor más antiguo que nos ha dejado referencias relativas á ese misterioso pueblo, menciona una cerveza preparada con cebada como bebida usual entre los egipcios de aquella época. Según una tradición transmitida por Diodoro de Sicilia, habría sido Osiris, rey de Egipto (2000 años antes de Jesucristo), el que hubiera iniciado la preparación de la cerveza. Pero, según los antiguos libros gremiales de la cervecería euro-

pea, debe proclamarse como inventor de esta industria á Gambrinus (1), rey de Flandes y de Brabante. La *Chronica de Johannes Aventinus*, impresa el año 1550 en Francfort, contiene un retrato de Gambrinus y dice que fué un discípulo de Osiris. Sea de esto lo que quiera, los cerveceros reverencian á Gambrinus como su patrón.

Entre los escritores latinos, hay muchos que citan la cerveza. Plinio da ya el nombre de *cerevisia* (compuesto de *Ceres*, la diosa de los cereales, y *vis*, que significa fuerza) á una bebida que fué usual entre los antiguos *galos;* pero habla también del vino de cebada (*celia* ó *ceria*) que se bebía en España. Este vino de cebada, así como el *zythum*, un *cerealis liquor*, citados por Plauto, pueden ser bebidas semejantes á la cerveza; aunque también podría admitirse que fueran especies de aguardientes. Sin embargo, Tácito nos refiere que en su época (es decir, próximamente al comienzo de la Era cristiana) la cerveza era la bebida general del antiguo pueblo germano, y por su descripción, aunque incompleta, del procedimiento entonces empleado para prepararla, resulta casi indudable que ya tenían entonces conocimiento de los modos de transformar la cebada en malta. El mismo nombre alemán de la cerveza, *bier*, procede de la palabra sajona *bere*, que significa *cebada.* Grässe, al que se debe la monografía más moderna acerca de esta bebida nacional alemana, cree que en tiempo de Carlo Magno no se empleaba todavía el lúpulo en la preparación de la cerveza, por más que en un acta de donación de Pipino, fechada en el año 768, se habla ya de jardines de lúpulo. Y no es sólo este hecho el que contradice aquella suposición, sino que todavía lo hace en más alto grado la circunstancia de que en un antiguo documento del año 822, el molinero del convento de Corvey es dispensado por el abate

FIG. 136.
El rey Gambrinus, según la «Chronica de Johannes Aventinus».

(1) Juan I, *Jan primus*, según las investigaciones modernas, concedió grandes privilegios á los cerveceros de Brujas, siendo por esta razón nombrado miembro honorario de su gremio y muy alabado por sus individuos, de donde procede su fama tradicional.

de la elaboración del lúpulo, que se menciona expresamente como ingrediente de la cerveza. La cervecería fué cultivada principalmente en los monasterios, siendo Alemania el territorio en que este arte adquirió desde luego mayor desarrollo y ofreció los mejores resultados; allí se encuentra, desde tiempos remotos, una variedad que no tiene rival en los demás países, y de la cual ha resultado también una diversidad extraordinaria y característica entre las diferentes cervezas producidas. En dicho país ocupa generalmente la cerveza la misma categoría que el vino entre nosotros; así, cuando el doctor Martín Lutero salió de sufrir el interrogatorio del Congreso de Worms, recibió una botella de cerveza que, para fortalecer su espíritu, le enviaba el duque de Braunschweig.

Después de Alemania tienen fama por sus cervezas Austria é Inglaterra, de las que la última las posee desde las más suaves *table-beer* (cervezas de mesa), hasta las más fuertes, *porter* y *ale*. Su producción principal procede de un número relativamente pequeño de fábricas, pero que tienen gran importancia y extensión. También en Francia se ha hecho moda en tiempos recientes el beber cerveza, y, á pesar de su origen alemán, los parisienses gustan hoy de tomar alguna *chope de bière*. La cervecería holandesa tiene poca importancia, pues allí reina la ginebra; Bélgica, en cambio, posee una porción de cervezas célebres, que son, sin embargo, consumidas exclusivamente en el país .En Rusia ha tomado gran impulso la industria cervecera, así como en los Estados Unidos de América, y en Suecia y Noruega, que producen mucha y buena cerveza; hasta en el Brasil y el Japón se han establecido también cervecerías..

Para comprender la importancia que el desarrollo de la cervecería había adquirido ya en Alemania en el siglo XIII, basta fijarse en que en el año 1299 se estableció en Nürenberg una tarifa para regularizar el precio de la cerveza negra; en 1350 se hizo una revisión de estos precios por consecuencia de haberse hecho insoportables los anteriores. En Breslau existía ya en 1301 el todavía hoy célebre *scheps*, y tenía ya siempre asiento y voz en el Consejo municipal un cervecero ó fabricante de malta, que era consultado en lo que interesaba á estas industrias; en esa población fué también donde por la misma época se estableció la separación entre la fabricación de la malta y la de la cerveza, cuyos últimos industriales se llamaban *kretschmer*. El consejo tenía derecho á ofrecer á los *kretschemer* el lúpulo en beneficio de las arcas de la corporación, y lo mismo se hizo en otras ciudades, en vista de la importancia de la cervecería para el bienestar público.

En cuanto á la cualidad de la cerveza en aquellos tiempos, nos falta en absoluto, para apreciarla, un término de comparación. Sólo sabemos que se producían en todas partes cervezas más flojas y más fuertes; así, por ejemplo, desde 1643 se fabricó en Breslau un *scheps* blanco, del cual refieren las crónicas que dejaba las cabezas poco seguras. Más datos poseemos acerca de los

materiales empleados. El grano considerado como más importante bajo este concepto ha sido siempre la cebada, si bien el trigo se ha empleado con bastante frecuencia. Pero en años en que la cosecha de cereales era escasa, y por consiguiente el uso de la cebada y el trigo en la cervecería podía hacer sentir su influencia en la escasez del pan, se recurrió á la avena, como tuvo lugar en Augsburgo el año 1433, y en Breslau en 1533. La avena, por más que se emplea alguna vez, como hemos dicho, en la preparación de la cerveza, da origen á un gusto especial en ésta, que, además, no puede clarificarse sino difícilmente. Por esto los augsburgueses no pudieron acostumbrarse á ella, y quedó prohibido su empleo en 1550. Seguramente tendrán pocos noticia de que hace más de tres siglos apareció ya un libro especial, ocupándose de la cerveza, debido al doctor Tadeo Hojek, de Praga. Dicho libro se publicó en Francfort en 1585, en idioma latino, con este título: *Sobre la cerveza y la manera de prepararla; sus cualidades, fuerza y acciones que produce.*

El lúpulo se manifestó muy eficaz desde un principio en sus cualidades favorables por más de un concepto para la cerveza, y una vez en uso, difícilmente podría encontrarse nada que le sustituyera. Santa Hildegarda (abadesa del convento de Rupertsberg sobre el Rhin) refiere que la adición del lúpulo no comenzó hasta el siglo XI. Las cervezas anteriores se hicieron todas sin lúpulo; pero, en cambio, desde mucho antes se emplearon otras sustancias diferentes, como las yemas de pino, etc., para aromatizarlas. El empleo del lúpulo, que pronto se generalizó también en Inglaterra, ha sido combatido en diferentes sitios y ocasiones (como, por ejemplo, en Inglaterra en 1509, bajo el reinado de Enrique VIII, por un acuerdo del Parlamento); pero estas prohibiciones no han tenido resultado ninguno, lo mismo que sucedió con el café, el tabaco y otros artículos de lujo. Hoy día el consumo de lúpulo es extraordinariamente grande, según puede deducirse de su producción anual, que sólo en Europa, y con exclusión de Rusia, de la cual no tenemos datos estadísticos, alcanza un valor medio de 1.265.000 quintales (de 50 kilogramos), elevándose á 1.680.000 quintales en los años de buena cosecha. A esto hay que añadir la cosecha de lúpulo en los Estados Unidos de América, cuyo país tiene de 16 á 17.000 hectáreas destinadas á este cultivo (en Alemania son 40.000), y envía á Europa cantidades considerables de lúpulo, mientras que antes del año 60 el Nuevo Mundo sólo podía satisfacer su necesidad de lúpulo por la importación del europeo. En el transcurso del tiempo han adquirido fama por sus cervezas muchos pueblos alemanes, á las que ha dado nombres muy expresivos el espíritu popular; algunas de ellas han llegado á ser celebradas en canciones y poesías. La cerveza inventada en 1498 por Cristián Mumme, en Braunschweig, y denominada *mumme*, del apellido de su autor, era un líquido espeso, siruposo, que gozó de gran celebridad y fué exportada hasta las Indias orientales. Pero la época de esta cerveza pasó ya, y del mismo

modo han ido eclipsándose en los últimos años las diferentes cervezas de fama local. La preparada por el antiguo procedimiento bávaro, y fermentada con levadura baja y á temperatura convenientemente fresca, ó sea la llamada de Baviera, ha emprendido una marcha triunfal, tanto hacia el Norte de Alemania como hacia Austria, habiendo llegado á penetrar victoriosa en París, donde, sin embargo, le hace de nuevo la competencia la tan delicada cerveza de Viena. Tampoco la cerveza de Baviera ha desterrado por completo el uso de las locales, á las que van unidas la tradición y las simpatías de los respectivos pueblos, por lo que permanecen firmes la cerveza llamada rubia y fresca de Berlín, la *scheps* de Breslau, la cerveza negra de Königsberg, la cerveza rubia de Polonia y otras muchas. En Bélgica no pudo penetrar en mucho tiempo la cerveza de Baviera, pues dominaban por completo el campo la agridulce *faro*, y la más fuerte *lambik*, pretendiendo también conservar su antigua fama la *pentermann*, de Lovaina; pero, en cambio, modernamente se han multiplicado con gran rapidez las fábricas que preparan la cerveza según el procedimiento bávaro.

En el año 1832, una cervecería de Edinburgo ensayó la preparación de la cerveza al estilo de Baviera, llevando desde aquí el fermento necesario. El producto obtenido fué completamente satisfactorio. Pero á pesar de algunas tentativas aisladas, como ésta, la cerveza de Baviera no pudo luchar en Inglaterra contra las del país, *porter* (cerveza negra y fuerte) y las diferentes *ales* (de color de oro y marcado gusto á lúpulo). En el Sur de Europa existen algunas cervecerías en varias ciudades del Norte de Italia, del Norte de España y en Argel. En la América del Norte la cerveza alemana ha ido ganando terreno poco á poco sobre el *ale* procedente de Inglaterra, que en un principio era la usada generalmente. En una palabra: la cerveza es un producto alemán, y donde quiera que existan elementos alemanes surgirán de seguro cervecerías; si bien, en la actualidad, donde hay mayor número de fábricas y se produce mayor cantidad de dicha bebida es en la Gran Bretaña, cuya producción excede hoy á la alemana.

El consumo de cerveza en general ha aumentado extraordinariamente con el transcurso del tiempo, sobre todo desde que se consiguió preparar, con una perfección cada vez mayor, cervezas conservables, y, por consiguiente, transportables. Como consecuencia de la atenta mirada con que la administración de impuestos investiga la producción, los datos estadísticos pueden darnos una idea muy clara del desarrollo sucesivo de la industria cervecera, aunque no nos permiten establecer comparación alguna con épocas anteriores, en las cuales la cerveza, como el jabón, se elaboraba en toda casa donde hubiera un número algo crecido de personas. En nuestro tiempo, la preparación de la cerveza sólo es labor doméstica en comarcas que se hallan apartadas de todo comercio, y cuyo número disminuye de año en año.

En la unión aduanera alemana (excluyendo, por consiguiente, á Baviera, Wurttemberg, Baden y Alsacia-Lorena) existieron durante el año económico de 1.° de Julio de 1883 hasta 30 de Junio de 1884, 11.676 fábricas de cerveza en general, de las cuales, sin embargo, sólo 10.703 estuvieron en actividad, mientras no funcionaban 973. De dichas fábricas, 4.488 estaban en las ciudades, y 7.188 en el campo. De entre las activas, 9.625 eran industriales y 1.078 no industriales; como no industriales se considera exclusivamente á las fábricas que pagan contribución, pero que sólo hacen cerveza para el consumo de los propios dueños de la casa, sin que estén en relación con un establecimiento de venta. De las mismas 10.703 fábricas en actividad, 3.171 practicaban la fermentación baja y las restantes la alta. En los diferentes Estados de dicha unión se obtuvieron durante el año económico de 1883 á 84 las siguientes cantidades de cerveza:

	Hectolitros.
Prusia	16.524.809
Sajonia	3.255.538
Hessen	801.468
Mecklenburgo	323.627
Estados de Turingia	1 745.600
Oldenburgo	104.988
Brunwsick	312.802
Anhalt	237.458
Lubeck	85.629
Total	23.391.919

Si se añade á esta suma la cantidad correspondiente en el propio año para Baviera, 12.265.412 hectolitros; la que arrojan las estadísticas de Wurttemberg en el mismo 1883 á 84, 3.083.823 hectolitros; la que corresponde á Baden, según datos de 1883, 1.220.728; la de la Alsacia-Lorena, 823.326 hectolitros, resulta para el conjunto de la Conferación alemana un total de 40.785.208 hectolitros de cerveza, que excede al correspondiente al período anterior de 1882 á 83, que fué de 39.250.448 hectolitros, en 1.534.760.

Para cada hectolitro de cerveza se emplea, por término medio, malta de cereales y arroz (este último sólo como un suplemento para la cerveza rubia) 20,2 kilogramos, sustitutos de la malta (azúcar, jarabe de fécula, etc.) 0,08 de kilogramos. La contribución recaudada por este concepto en el Imperio alemán durante el año de 1883 á 84 ascendió á 23.938.741 pesetas.

Sólo las cervecerías de Munich consumieron, desde 1.° de Julio del 71 hasta 30 de Junio del 72, 492.578 hectolitros de malta, habiendo aumentado después considerablemente la producción, pues en el año 1876 fué dicho consumo de 599.476 hectolitros, con los cuales debieron producirse lo menos 1.200.000 hectolitros de cerveza en las 21 fábricas que tiene la indicada ciu-

dad. Próximamente la quinta parte de esta cantidad fué exportada, y si el resto se bebió todo en Munich, como es indudable, correspondió por cabeza, y sin distinción de edades y sexos, una cantidad de 484 litros, ó sea uno y tercio por día. Naturalmente, de este total corresponde una proporción consirable á los transeuntes. En el período desde 1.° de Julio del 83 hasta 30 de Junio del 84 ascendió el consumo de malta en Munich á 749.550 hectolitros para cerveza negra; y si se calcula que las tres fábricas de cerveza rubia emplearan 11.144 hectolitros, resultan en total 760.695, distribuídos en 37 fábricas.

Austria-Hungría tenía el año 1873 á 74 una producción de 11.725.000 hectolitros; en 1882 á 83 se elevó que á 12.424.139, de los cuales corresponden 5.244.975 á Bohemia. El número de las fábricas en actividad durante el año de 1882 á 83 en Hungría, era de 2.094.

La conocida tabla de producción de cerveza publicada por el periódico vienés de cervecería y lúpulo *Gambrinus*, calcula dicha producción, al mismo tiempo que su tributación y la producción y consumo de lúpulo para los 12 principales países europeos y los Estados Unidos de América, como sigue:

ESTADOS	NÚMERO de fábricas.	PRODUCCIÓN DE CERVEZA		TRIBUTACIÓN		LÚPULO	
		Número de hectolitros.	Litros por cabeza.	Suma en florines.	Por cabeza en kreuzer.*	Producción — *Quintales.*	Consumo. — *Quintales.*
Bélgica.....	1.250	9.282 000	154	9 096.360	163	130 000	77.000
Dinamarca.....	251	1.148.000	62	—	—	—	9.000
Imperio alemán...	25.989	41.211.691	90	65.804 627	144	350.000	310.000
Francia.....	3.005	8.320.000	25	11.481.600	28	45.000	54.000
Gran Bretaña. ...	27.050	44.060.000	125	80.629.800	229	530.000	600.000
Italia.....	152	175 000	6	481.250	3	—	1.040
Países Bajos.....	500	1.456.000	40	1.062.880	27	20.000	9.000
Norte América...	2.380	20.006.000	38	40 012 000	83	285.000	200.000
Noruega.....	400	616.000	28	2 008.160	100	—	5.000
Austria-Hungría..	2.053	13.037.501	35	24.103 582	64	100.000	91.200
Rusia.....	436	7.500.000	8	14.175.000	17	16.000	25.000
Suecia.....	322	936.000	21	—	—	600	7 400
Suiza.....	424	1.108.000	36	—	—	1.000	5.300
Suma.....	64.212	148.856.192	—	248.855.259	—	1.477.600	1.393 940

Una gran parte de las cervezas *porter* y *ale* producidas en Inglaterra es exportada, consumiendo particularmente las colonias cantidades considerables; lo cual no quiere decir que el consumo en las propias islas Británicas no sea todavía muy respetable. El hecho de que modernamente la cerveza adquiera de día en día mayor aceptación, aun en países cuya bebida natural y pro-

* El *florín*=2,5 pesetas: el *kreuzer*=2,5 céntimos de peseta.

pia es el vino, se observa, sobre todo en Francia, en cuyos cafés, hasta de sus más pequeñas poblaciones, se bebe hoy cerveza, existiendo en París grandes establecimientos, en los que se expenden, además de la cerveza de Strasburgo, otras varias alemanas, principalmente la de Viena y la de Baviera. La de Viena ha arraigado en París, particularmente después de la Exposición de 1867. En Alsacia, sobre todo en Schiltigheim, existen grandes fábricas de cerveza. Los *bocks* ó *chopes* de los cafés parisienses eran antes generalmente de cerveza alsaciana, que se vendía como de Strasburgo; pero desde hace algunos años la mayor parte de la cerveza consumida en París se lleva directamente de Munich.

La producción total de cerveza en la Tierra se calcula en unos 500 millones de hectolitros, no comprendiendo en ellos los líquidos semejantes á la cerveza preparados por algunos pueblos bárbaros, como, por ejemplo, los cafres, en cuya comida no falta nunca una especie de cerveza preparada por la cocción de granos en cada choza.

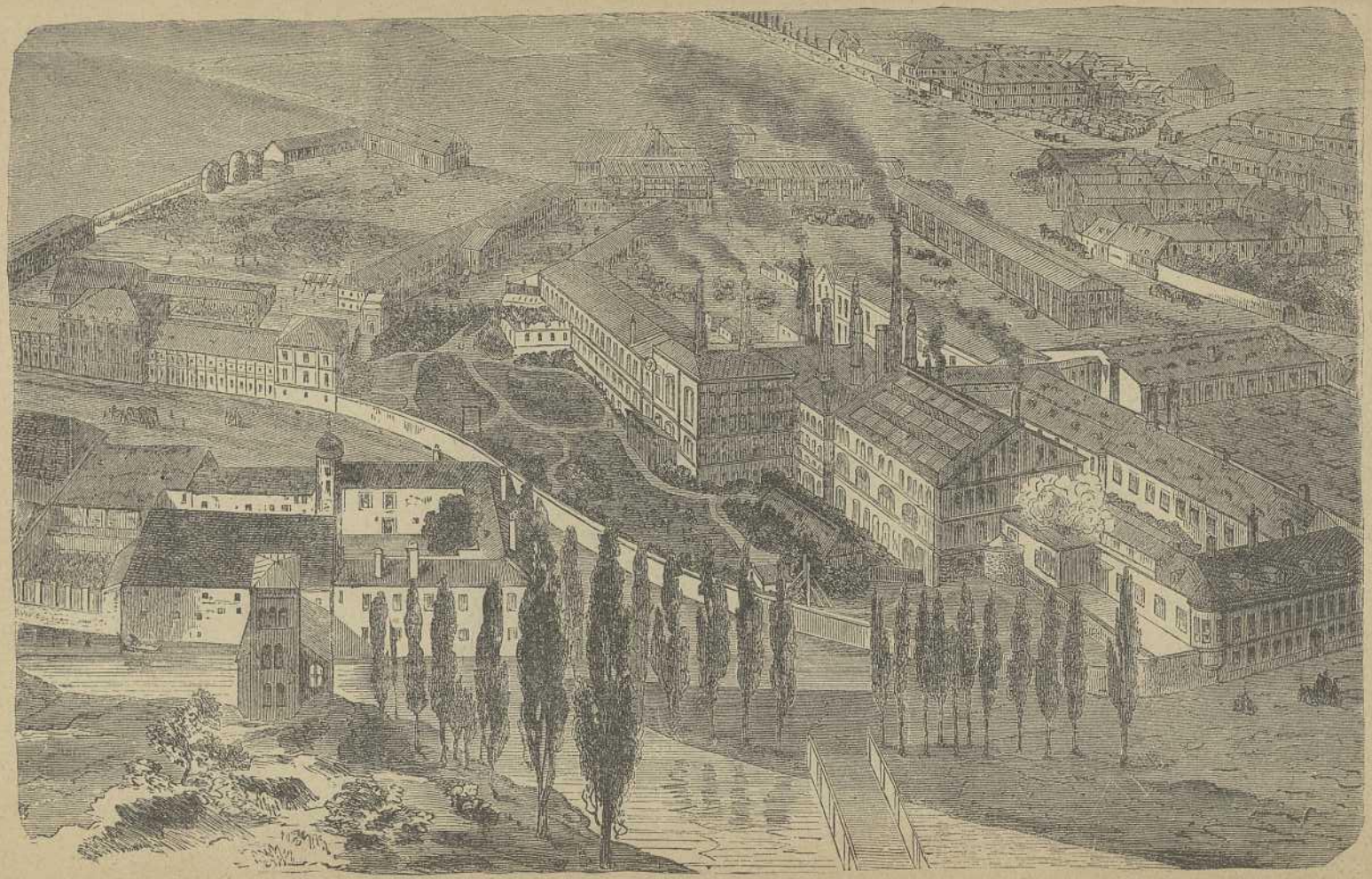
Es de gran interés dirigir alguna vez la atención hacia el mejoramiento de las condiciones de existencia, por lo menos en lo que se refiere á la vida material, para no dejarse arrastrar por esas lamentaciones de algunas personas que suponen, sin fundamento, que los tiempos van de mal en peor, partiendo á veces de aquí para ciertas lucubraciones socialistas. La cerveza se presta en gran manera á servir de ejemplo de semejante verdad; y si tenemos en cuenta que dichas ideas socialistas apenas se apoyan en otra cosa que en dicho supuesto malestar, se concibe la importancia que adquiere tal demostración, que se funda en estos datos: la producción de cerveza que corresponde próximamente al consumo, ha sido en Prusia, por cabeza,

16,84	cuartillos (1)	en 1860	22,34	cuartillos	en 1886
17,59	»	1861	21,82	»	1867
18,01	»	1862	21,87	»	1868
19,87	»	1863	23,79	»	1869
21,05	»	1864	24,72	»	1870
22,67	»	1865	28,19	»	1871

y dieciocho años antes, es decir, en 1853, sólo correspondían 13,3 cuartillos por cabeza. Durante el año económico de 1883 á 84 se calcula el consumo total en el Imperio alemán en 39.901.149 hectolitros, cuyo número se ha deducido del que expresa la producción, aumentando 108.002 hectolitros importados, y restando 1.079.965 exportados: corresponde, pues, en dicho año un consumo anual, por cabeza, de 87,8 litros.

Entre las fábricas de cerveza del continente europeo, la que sin duda posee dimensiones más gigantescas es la de *Dreher*, que adquirió fama universal, principalmente á partir de la Exposición de París de 1867, estable-

(1) El cuartillo prusiano vale 1,145 litros.



Fábrica de cerveza de Drecher, en Kleinschwechat, cerca de Viena.

cida en Kleinschwechat, cerca de Viena. En la lámina IV damos una vista de dicha fábrica, que existía ya en 1632, pero no adquirió sus grandes vuelos hasta que fué dirigida por el conocido industrial austriaco Antonio Dreher, recientemente fallecido. Hace diez años abarcaba ya una extensión de 15 yugadas, ó sea mas de 86.000 metros cuadrados, comprendiendo los locales destinados á la elaboración de la malta. Sólo los desecadores de ésta poseen una superficie de unos 15.000 metros cuadrados, y los almacenes para

FIG. 137.—Interior de una fábrica de cerveza en Londres.

su conservación tienen una capacidad de 3.660 metros cúbicos. De las seis calderas que existen en el cuerpo del edificio, situado al Sur, la mayor puede contener 28.300 litros, y la producción media de cerveza durante los meses en que se trabaja, se calcula en 215.000 litros. Las labores se hacen casi todas á máquina. Tres máquinas de vapor, una locomóvil y un salto de agua suministran la fuerza necesaria, formando un total de 80 caballos; tres calderas con una fuerza de 50, 36 y 30 caballos, respectivamente, suministran el vapor necesario para la calefacción. Existen 23 tinas refrigerantes (de metal) y 1.236 tinos para la fermentación, con una capacidad total de 31.600 hectolitros. Las

bodegas, en número de 13, contienen 205.450 hectolitros. Las vasijas son en número de 21.000 toneles de transporte, con una capacidad de 60 á 120 litros, y 4.000 toneles de conservación, cada una de las cuales puede contener unos 54 hectolitros por término medio, habiendo algunas cuya capacidad llega á 85 hectolitros.

Añadiremos que el transporte se verifica por 72 caballos y 240 bueyes, y que en un año la producción total de cerveza asciende á unos 30 millones de litros, con lo cual basta para formarse una idea de la importancia de esta empresa y apreciar la actividad de su fundador. No nos admiraremos ahora de que la contribución devengada por esta fábrica en un año de trabajo haya alcanzado la enorme suma de un millón de florines (2,5 millones de pesetas), sino más bien nos sorprenderá que en el año 1836 la cantidad de cerveza producida fuese sólo de unos 15.000 hectolitros, y la contribución correspondiente 33.953 florines; es decir, que en menos de treinta años haya producido tan enorme acrecentamiento en esta fábrica la iniciativa de un solo hombre. Además de la fábrica de Klenischwechat, pertenecen también á la misma empresa otras dos, una en Steinbruch, que produce 90.000 hectolitros al año; la otra en Micholup, con un rendimiento anual de 36.000 hectolitros; de modo que la producción total de las fábricas de Dreher asciende anualmente á unos 420.000 hectolitros.

FABRICACIÓN DE LA CERVEZA

Las diversas operaciones que el cervecero practica con la cebada para obtener de ella cerveza, pueden dividirse en tres grupos esencialmente distintos, que son: primero, la transformación de la cebada en malta; segundo, la preparación del mosto, y tercero, la fermentación de éste. La primera operación la hemos indicado ya á propósito de la preparación de aguardientes ó espíritus; pero aquí hay que completar y precisar más su estudio. Modernamente se ha llevado á este terreno la división del trabajo, en virtud de la cual se han establecido fábricas de malta que proveen de ella á las de cerveza propiamente dichas. Tiene esto la doble ventaja de que por una parte pueden instalarse los grandes locales que esta labor exige en las comarcas agrícolas donde se ofrecen condiciones más favorables que en los puntos en que se acostumbra á montar las grandes fábricas de cerveza, y, por otra, de que en aquellas comarcas cuesta menos la mano de obra, y el transporte de la malta elaborada ocasiona también menos gastos que el del grano de que procede, que es más denso. Para obtener malta, conforme se requiere para la cervecería, se sigue este plan. La cebada tiene que ser, en primer término, sometida á una cuidadosa limpieza para separar de ella toda materia ex-

traña, semillas de otros granos, etc., lo cual se consigue por medio de máquinas especiales, análogas á las empleadas en la molinería. Después, y como quiera que los granos de diferente tamaño dan también una malta cuya germinación es desigual, hay que hacer la debida separación entre ellos por medio de máquinas clasificadoras.

La cebada, que es lo que ordinariamente se emplea (ó bien el trigo y la avena, de que se hace uso en algún caso especial), se vierte en unos tinos de madera ó de piedra con un revestimiento de cemento, y allí se lava; separados los granos averiados, se deja en maceración con objeto de que pueda absorber el agua necesaria para germinar; un exceso de agua es perjudicial, y si la cantidad es insuficiente, hay que favorecer la germinación regando de nuevo el grano. La duración de esta maceración depende de la temperatura; en el invierno se prolonga durante cuatro ó cinco días, mientras que en el verano basta con dos. Se puede estimar el momento en que la madurez ha alcanzado el punto crítico, y por consiguiente el grano ha embebido bastante agua, por varias señales, como, por ejemplo, la de que se doblen con la uña sin romperse, etc., etc.

Llegado este punto, se la coloca en los germinadores, que poseen una temperatura constante de 10 á 15° centígrados y deben estar perfectamente solados con piedras lisas que no absorban la humedad. La cebada se pone allí en montones de 10 á 12 centímetros de altura y se remueve periódicamente, algunas horas después de introducidas en estos locales, con objeto de distribuir con uniformidad en la masa la humedad y la temperatura. Las metamorfosis que tienen lugar en los granos se revelan desde un principio por la elevación de temperatura, que alcanza un valor tanto menor cuanto más frecuente es la agitación de los montones. En la práctica de esta operación se observan grandes diferencias en lo que se refiere á la temperatura que se deja adquirir á los montones de cebada en germinación, según las costumbres de los distintos países; en Inglaterra y en Viena, por ejemplo, se procura mantener baja la temperatura, consagrando á este proceso largo tiempo (catorce días, poco más ó menos), mientras que en otros puntos se acelera la formación de la malta, sin temor á un aumento de temperatura. Cuando se quiere moderar ésta, se procura aumentar la superficie de los montones al removerlos. El cambio de composición producido en los granos se da á conocer por un olor particular que adquiere la malta en dichos montones; en efecto, al primitivo olor de la cebada sucede, primero uno como de frutas, y después el del pepino mondado.

Cuando la germinación ha avanzado lo suficiente, lo cual se reconoce en que las raicillas han adquirido una longitud vez y media mayor que la del grano, se interrumpe este proceso y se tiende la malta verde formada sobre una superficie bien ventilada, elevándola con frecuencia al aire por medio de

una especie de palas, con lo cual se enjugan y secan rápidamente. Esta malta enjuta se lleva inmediatamente á unas estufas, donde se completa la desecación mediante un aumento gradual de temperatura. Esta estufa tiene un piso de planchas de palastro agujereadas, ó bien de tela metálica, por cuyos orificios asciende una corriente de aire caliente, atravesando la malta extendida sobre él. Modernamente se colocan en las estufas dos ó más de dichos pisos superpuestos, evitándose con esto el empleo de la operación anterior, pues la malta verde se hace pasar directamente al piso superior de la estufa, al cual llega el aire procedente de los inferiores, que si bien contiene algo de humedad, está bastante caliente para iniciar la desecación. Después se lava trasladando á los pisos inferiores, dejándola permanecer algún tiempo en el último, donde se completa la operación. Si la malta verde se lleva de pronto á temperaturas demasiado altas, la fécula ó almidón contenida en ella se convierte en engrudo, que desecado forma una masa dura é insoluble (*malt glacé* ó *surchauffé* de los franceses). Esta malta ofrece una cerveza muy clara y que deja poco extracto. El embrión que todavía está adherido á la malta tostada, ha perdido, sin embargo, por el tostado, su vitalidad, y era antes separado á mano; hoy día se emplean con este objeto máquinas especiales. Cien kilogramos de cebada proporcionan de 80 á 85 kilogramos de malta tostada, exenta de embriones, los cuales constituyen un forraje extraordinariamente alimenticio, pues 100 kilogramos de ellos equivalen á 375 de heno.

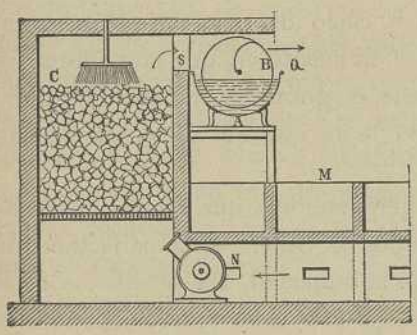


Fig. 138.—Método neumático para la preparación de la malta, de Galland.

La transformación de la cebada en malta obedece á diferentes objetos, y es de todo punto necesaria, pues con la cebada sin germinar no puede obtenerse absolutamente cerveza alguna. En efecto; con la germinación, parte de las materias azogadas se transforma en la llamada *diastasa*, sustancia que tiene la propiedad de transformar á su vez el almidón en dextrina y azúcar; además, la cebada convertida en malta adquiere una gran inalterabilidad, que permite su conservación durante largo tiempo, así como un gusto y olor especiales, aromáticos y agradables. El azúcar que procede de esta malta se llama *maltosa*.

Se han propuesto diferentes modificaciones para perfeccionar esta operación de preparar de la malta, entre las cuales encontramos el *método neumático de Galland*. El principio de este procedimiento consiste en provocar la germinación de la cebada por el acceso de aire puro, y siempre á una misma temperatura é igual estado higrométrico. La fig. 138 nos muestra en primer tér-

mino, en *M*, un depósito que recibe la cebada humedecida, y cuyo fondo está formado por una plancha de palastro agujereada, ó bien por una tela metálica. A través de este fondo y de la cebada en germinación pasa una corriente de aire puro, determinada por el aspirador *N*. Para purificar este aire y darle al mismo tiempo la humedad y temperatura necesarias, se le hace pasar por una chimenea de cok, *C*, en la cual cae una lluvia menuda de agua. El espacio en que germina la cebada está cerrado; el aspirador *N* extrae el aire del espacio situado bajo el fondo agujereado de aquel depósito. Antes de entrar en el aparato el aire exterior se pone en contacto con una lechada de cal contenida en el vaso *Q*, y que empapa constantemente el tornillo giratorio *B*, quedando así privado del gas carbónico.

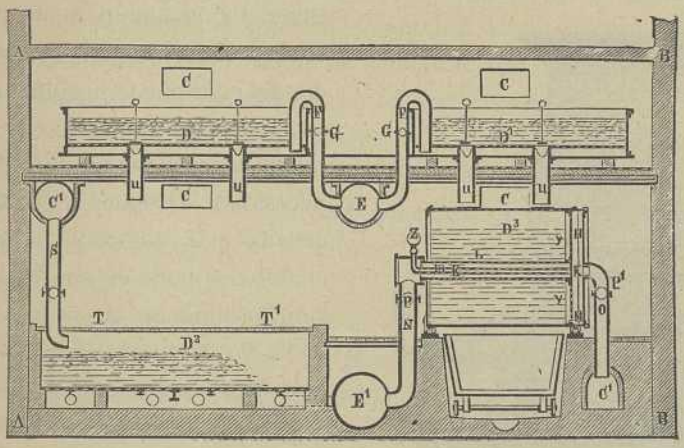


FIG. 139.—Aparato neumático de Galland para la fabricación de la malta.

Las figuras 139 y 140 representan la disposición en conjunto de una fábrica de malta instalada según el moderno método neumático de Galland, correspondiendo la primera á la disposición del tino donde la cebada sufre la maceración y del germinador, y la segunda á un corte de toda la fábrica. Vemos en *D* y *D*¹ (fig. 139) los maceradores de la cebada provistos de dobles fondos agujereados. Estos tinos se hallan encima del germinador fijo *D*² y del cilindro rotatorio *D*³. Por medio del tubo *F* se hallan en comunicación los maceradores con el aspirador *E*. La cebada se satura completamente de agua en unas cincuenta horas de lavado y riego, y después, en otras cincuenta horas, se inicia en ellas la germinación mediante una corriente de aire fresco, que procede del filtro de cok *C*. Entonces se conduce á los germinadores *D*² y *D*³ por los tubos *u*. La superficie lateral del cilindro

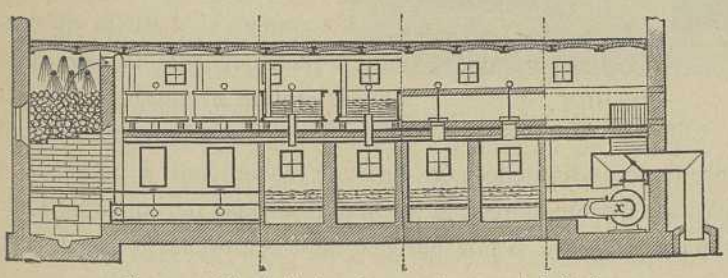


FIG. 140 —Disposición de conjunto en el aparato de Galland.

D^3 se halla toda ella agujereada, estando cerradas las bases. A la distancia de 100 milímetros del fondo H hay un tabique, y, que está agujereado, excepto en su parte central, K. Contra K se apoya otro cilindro interior, L, cuyas paredes laterales están también agujereadas, y cuyo otro extremo, m, se halla abierto. El cilindro interior, L, comunica con un fuelle aspirador, E^1 por medio del tubo N y con el canal C^1, que conduce aire caliente por medio del tubo O. Al cilindro L se adapta también el tubo encorvado Z, por medio del cual puede introducirse agua para humedecer de nuevo la cebada, en caso de necesidad. Después que la cebada está colocada en el cilindro, se pone éste en rotación, y abriendo las válvulas P ó P^1, se hace llegar á la aire fresco y húmedo, ó bien seco y caliente respectivamente.

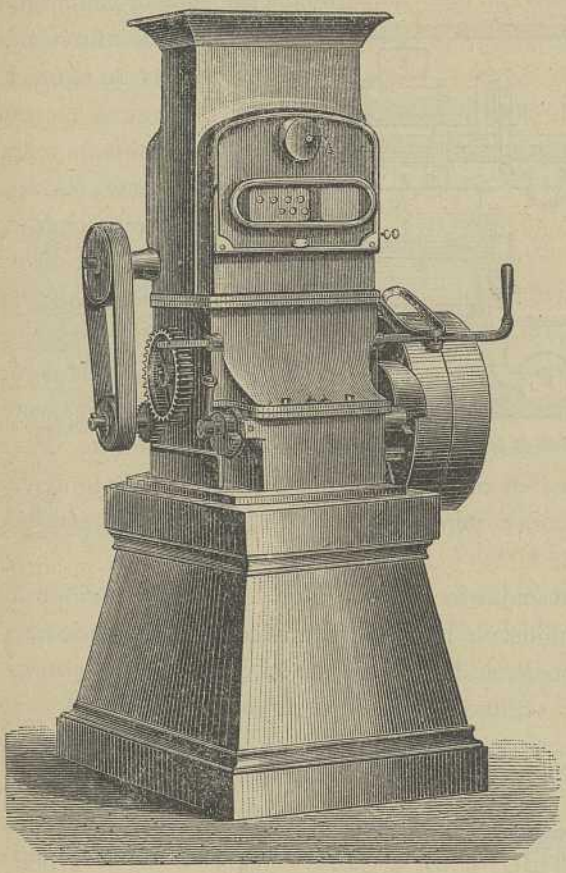


Fig. 141.
Molino de malta con aparato contador, de Bolzano-Riedinger.

En el germinador fijo D^2 existe una disposición análoga á la de la fig. 138, sin más diferencia que el tubo T, que conduce aire caliente que procede del canal C^1. Durante la entrada de este aire caliente, el depósito germinador esta cerrado por medio de la tapadera T^1. En la fig. 140, que representa la disposición total de la fábrica, se ve á la derecha el filtro de cok que suministra el aire fresco y húmedo á los tinos de maceración, situados en el piso superior, y á los germinadores que se hallan debajo de aquellos. Estos últimos están separados entre sí por paredes de mampostería, pues de otro modo ofrecería demasiadas dificultades la colocación de las tapaderas durante la entrada del aire caliente, por efecto de las grandes dimensiones de dichos germinadores.

Una vez germinada la malta, hay que extraer de ella las partes solubles, para cuyo fin hay que comenzar por dividirla, lo cual se consigue, bien en estado húmedo por medio de piedras de moler ordinarias, bien en seco por

medio de cilindros estriados ó lisos, en los cuales se tritura el producto de la primera división. En los países en que la contribución impuesta á las fábricas de cerveza se gradúa por la cantidad de malta triturada que se emplea, se usan molinos trituradores de malta con un aparato contador automático, tal como el representado en la fig. 141. Contiene éste un ingenioso mecanismo que sirve para producir una perfecta uniformidad en el peso de la malta que se quiere triturar, sea cualquiera la cantidad de ella con que se cargue el aparato, y encima un mecanismo de relojería con un círculo graduado y una aguja giratoria, que al comenzar la labor se hace avanzar hasta la cifra que corresponde á la cantidad de malta que se quiere dividir; el molino se pára espontáneamente, así que ha sido molida la cantidad prefijada, sin que influya la carga mayor ó menor que se haya puesto en el aparato. Igualmente cesa de funcionar la máquina en el momento en que se hace necesaria en ella alguna reparación.

Se llama amasado á la serie de operaciones por medio de las cuales la malta triturada se hace, en parte, soluble, sometida á la acción del agua á una temperatura elevada, convirtiéndose dichas partes disueltas en el llamado mosto de cerveza. En el tratado de la preparación de espíritus hemos estudiado ya dichas operaciones, y remitimos, por consiguiente, á él á nuestros lectores, si bien debe tenerse en cuenta, que la forma y manera de practicarlas no es exactamente igual en todos los casos, resultando de aquí diferencias esenciales en las condiciones de las cervezas correspondientes. Todos los procedimientos coinciden, sin embargo, en que la temperatura en el tino de amasar, es decir, la vasija donde se mezcla la malta triturada con agua, debe irse elevando durante el curso de la operación, sin exceder nunca de los 75° centígrados, en tanto que reste algo de fécula sin transformar. Resulta, pues, que cuando ya se ha hecho la mezcla de la malta dividida con la cantidad correspondiente de agua fría ó caliente, tiene que producirse un aumento de temperatura, bien añadiendo agua hirviendo (método de infusión), bien haciendo hervir una parte de la masa espesa en calderas apropiadas, y vertiéndola en el tino, cuando esté hirviendo, sobre el resto de ella, bien, finalmente, haciendo llegar vapor de agua. Sea cualquiera el procedimiento que se elija, hay que cuidar siempre de agitar de continuo la masa; cuando se opera con pequeñas cantidades, esta agitación se hace á mano (mediante una especie de paleta); pero para una labor en gran escala se emplean con tal objeto aparatos ó máquinas especiales. La fig. 142 representa una de estas máquinas, tales como se emplean en las grandes fábricas de cerveza; generalmente se construyen de cobre, pero provistas de una capa exterior de madera, con objeto de evitar en lo posible las pérdidas de calor. El aparato se halla atravesado interiormente por un árbol cuya rotación se transmite mediante ruedas dentadas y engranajes á los brazos *A* y *B*, que llevan las paletas. De éstas, las que

corresponden al brazo *B* agitan el líquido en sentido horizontal, mientras que las que pertenecen al eje horizontal *A* se mueven verticalmente, de modo que las partes del líquido contenido en la vasija se mezclan entre sí en todas direcciones. El tino tiene un doble fondo agujereado que sirve para retener los posos formados durante cada operación; además existen tubos para conducir el agua caliente, así como otro, *R*, para dar salida al producto cuando termina el proceso del amasado.

Según ya hemos visto en el capítulo de la fabricación de alcoholes, el objeto de esta operación, llamada amasado, es la transformación en azúcar de la fécula contenida en la malta triturada; por tanto, hay que adquirir, ensa-

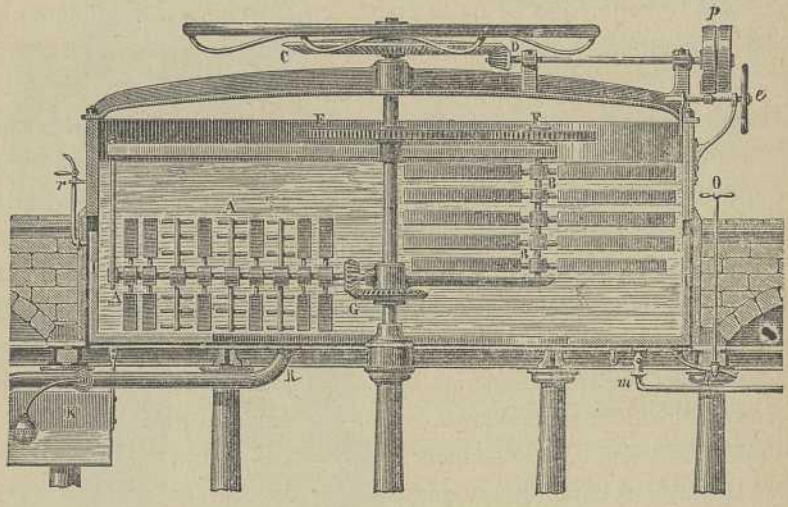


FIG. 142.—Aparato mecánico para amasar la malta.

yando la mezcla, la seguridad de que no queda nada de fécula sin descomponer, antes de interrumpirla para pasar entonces á la separación del mosto ó sea la parte líquida de la masa y el poso ó parte sólida de ella. Ahora bien: la indicada transformación de la fécula en azúcar exige cierto tiempo, y de aquí que se deje la masa en reposo durante él. Para ensayar en el mosto la frescura de la fécula ó almidón, sirve muy bien la reacción de éste con el yodo, siendo, sin embargo, los menos, desgraciadamente, los fabricantes de cerveza que están familiarizados con ella. Se vierte una pequeña porción de yodo (sustancia de cuyas propiedades dimos cuenta en el tomo IV de esta obra, pág. 781) en un vaso con agua, á la que se añaden algunos granos de yoduro potásico, agitando el todo con frecuencia para que se disuelva algo de aquél. Se pone en un tubito de ensayo una pequeña porción de este líquido limpio y de color amarillento, vertiendo sobre él un par de gotas del mosto que se quiere ensayar: si se produce una coloración azul, existe todavía almidón en el mosto, y hay que dejar aún la masa en reposo durante algún

tiempo. Si el engrudo se resiste á esta transformación, á pesar de transcurrir el tiempo calculado como necesario, será porque se haya elevado en demasía la temperatura durante el amasado, pudiéndose tan sólo eludir esta desfavorable presencia de engrudo, añadiendo de nuevo una pequeña cantidad de malta y amasándola cuidadosamente.

Después de terminada la transformación anterior, se separa por filtración el mosto del poso. Generalmente, el aparato necesario para ello (un tamiz de cobre ó hierro con pequeños orificios ó ranuras) se encuentra en los mismos tinos en que se mezcla la masa, aunque otras veces se emplean tamices ó cajas especiales para este objeto. Abriendo la llave del tubo que parte del fondo del tino, sale el mosto por debajo del doble fondo, haciéndole llegar á unos depósitos de cemento construídos bajo tierra; las primeras porciones del mosto, que salen turbias, se recogen aparte para devolverlas al tonel, hasta que se presente el líquido claro, destinado á pasar después á los aparatos destiladores.

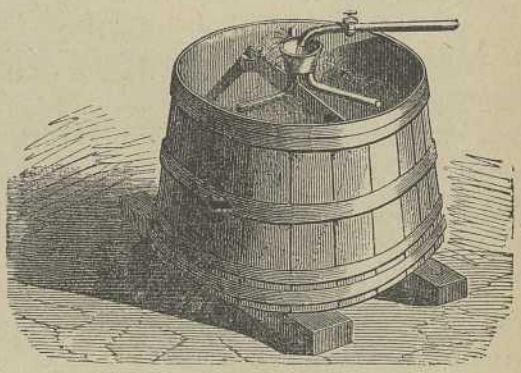


FIG. 143.—Cruz rotatoria.

Con objeto de extraer todo el mosto que se adhiere á los posos, se someten éstos, cuando ya no fluye líquido de ellos, á la acción del agua caliente, dejándose clarificar el mosto así obtenido. Pero es mejor el uso practicado desde muy antiguo en Escocia, é introducido recientemente en Alemania, de un aparatito, especie de molinete hidráulico, llamado cruz rotatoria, y que consiste en tres ó cuatro tubitos mecánicos, cerrados por un extremo y provistos de varios orificios, abiertos todos en el mismo sentido en una de las paredes laterales. El otro extremo de los tubos parte del fondo de un vasito atravesado por el eje del tonel, alrededor del cual puede girar. Vertiendo agua caliente en el vasito, sale ésta por los orificios laterales de los tubos, imprimiéndoles un movimiento rotatorio, según el principio del molinete hidráulico. (véase la fig. 143). Sin embargo, para que pueda dar resultado completo este aparato, tiene que hacérsele actuar desde el principio de la clarificación, de modo que los surtidores de agua caliente caigan sobre la superficie del mosto líquido, no sobre las partes sólidas de él. El agua, más ligera que el mosto, se coloca sobre éste como una capa de aceite, y al empapar dichas materias sólidas desaloja al mosto que contenían, de un modo análogo á como desaloja las melazas del azúcar en la operación llamada cobertura. Las heces que quedan después de separadas del mosto constituyen, como hemos dicho, un forraje muy bueno; pero en el estado húmedo no pueden conservarse por mu-

cho tiempo, sino que á poco se agría, haciéndose incapaces para la alimentación del ganado. Recientemente se ha introducido el uso de un aparato (fabricado por Theisen Wert y Compañía, en Munich), mediante el cual dichas heces son desecadas con rapidez y por completo á temperatura relativamente baja, pudiendo después conservarse indefinidamente, así como transportarse á cualquier distancia.

Los diferentes líquidos extraídos de los posos se van juntando, teniendo en cuenta que, si se quiere producir cerveza de una constitución fija, es preciso que los mostos tengan también siempre la misma composición. De los dos principales componentes de la cerveza, el extracto de malta y el alcohol, el último se forma del azúcar que contiene el mosto, y precisamente en proporción tal, que siempre cada dos por ciento de azúcar en el mosto suministran uno por ciento de alcohol en la cerveza. De aquí que el ensayo exacto de la cantidad de azúcar obtenido en el mosto constituye un problema importantísimo para el fabricante de cerveza; este ensayo se practica por medio de los sacarómetros, qne son una especie de densímetros. La experiencia ha enseñado que todo mosto debe ser tenido en ebullición algún tiempo antes de dejarle que fermente. Los aparatos en que se practica esto consisten en calderas adecuadas, y forman ya parte del material de la cervecería propiamente dicha. Antes se empleaban por lo general calderas abiertas, que se sometían á fuego directo; pero en las cervecerías mejor montadas se han ido introduciendo con el tiempo disposiciones más convenientes. Una de ellas es la que representa en corte vertical la fig. 144. La caldera *A* está cubierta con un casquete, del cual parte un tubo, *B*, que lleva el vapor desprendido á la chimenea. El agitador *D D* es puesto en movimiento por la transmisión *E*, y evita la inflamación del mosto. Además, en el interior de la caldera existe también un serpentín, que en nuestra figura se ve doble, conteniendo cuatro espirales, cuyos cortes están representados en *C C*. Este tubo desempeña un papel muy importante: en efecto, haciendo pasar por él agua fría, puede refrescarse rápidamente el mosto hasta una temperatura conveniente cuando se da por terminada la cocción, y por otra parte, haciendo pasar por él vapor recalentado, puede ponerse el mosto en ebullición. La introducción del vapor en las operaciones de la cervecería ha originado un aseo mucho mayor en los establecimientos de este género, los cuales dejaban antes bastante que desear en cuanto á limpieza. La lámina V nos representa el local de una de estas fabricas modernas. En el piso principal se ven las cuatro calderas A^1 A^2 A^3 A^4, en las que se someten á la cocción los mostos espesos ó clarificados; tienen dobles fondos, entre los cuales circula el vapor. En el piso de tierra se hallan los dos tinos de amasar, *B B*, cada uno de los cuales posee su correspondiente máquina, *D*, movida por la de vapor. Las bombas *C C* transportan el mosto espeso desde los tinos á las calderas. Las llaves *I I* sirven para dejar entrar el vapor entre los

dobles fondos de las calderas, desde donde vuelve á través de las llaves, *F*, al generador de vapor, situado fuera del edificio.

Los mostos clarificados se colocan unas veces reunidos todos en las calderas, ó bien se elabora aparte el mosto separado primitivamente por filtración de la masa (mosto principal), utilizándose el extraído de los posos para hacer

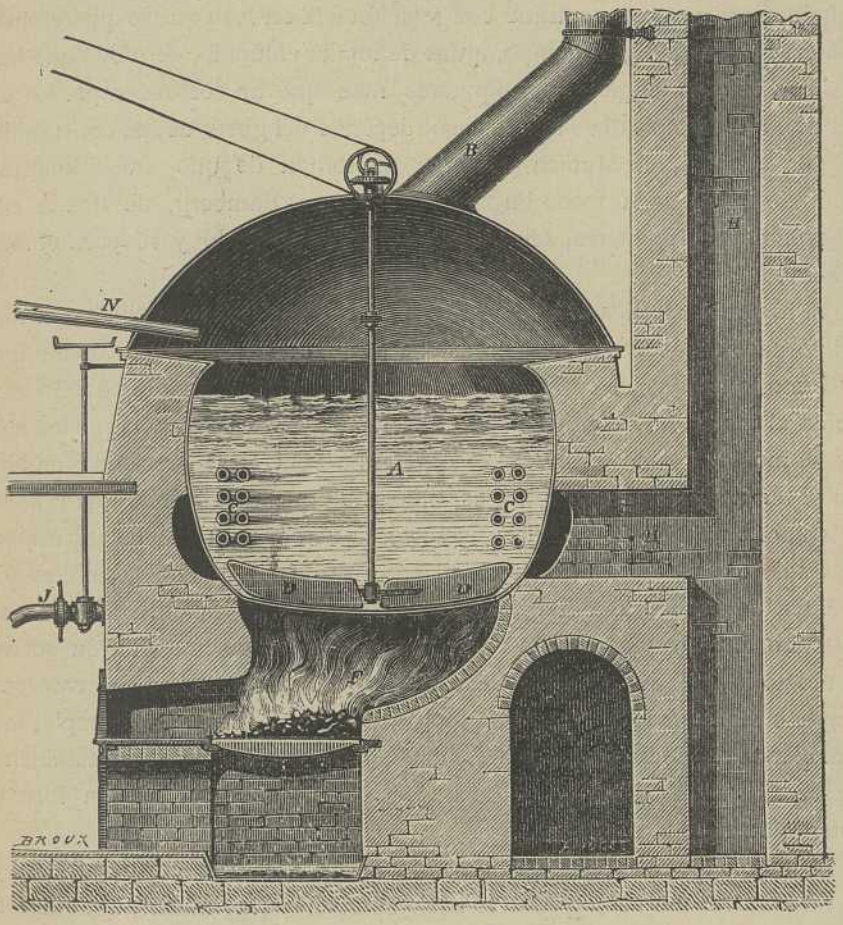


FIG. 144.— Corte vertical de una caldera para cocer el mosto.

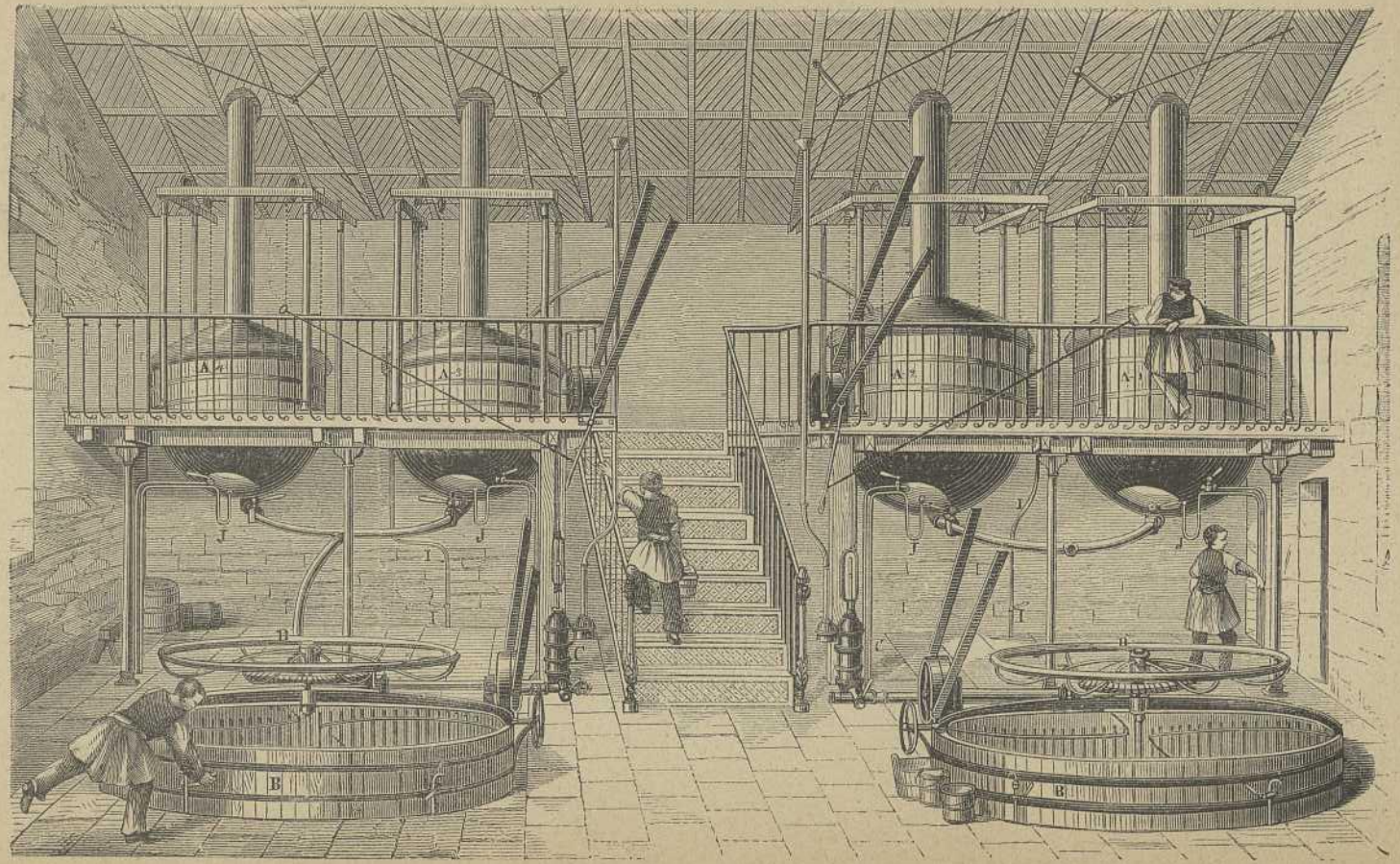
una cerveza inferior de menos precio, y que se destina á apagar la sed de los obreros (como, por ejemplo, la llamada *hansla* ó *heinsling*, en Hamburgo). Esta última práctica se encontraba ya en uso por el año 1482 en los conventos alemanes, donde la cerveza superior y más fuerte era para los señores padres; la obtenida con los residuos se destinaba al consumo general del convento, y de aquí que en algunas comarcas lleve todavía esta cerveza inferior el nombre de *kouvent* ó *kovent*.

En las calderas se cuece el mosto con el lúpulo, del cual tenemos ya

conocimiento por el capítulo de los narcóticos. La resina del lúpulo se disuelve en el mosto dulce, mientras que el aceite volátil se difunde en su mayor parte por el aire, perfumando los alrededores de la fábrica. Cuanto más se prolongue la cocción del mosto con el lúpulo, tanto menos fina y aromática será la cerveza que se obtenga. A esto se debe en parte el gusto como de regaliz que presentan algunas cervezas. Por esto también, en los casos en que el mosto se halla muy poco concentrado con relación á la cerveza que se quiere obtener, se hierve durante algún tiempo, antes de añadir el lúpulo, de modo que la cocción con éste no tenga que prolongarse más que un corto tiempo. La cantidad de lúpulo empleada en cada caso depende del gusto de los consumidores: así, por ejemplo, en Munich y Praga se toman de uno á dos kilogramos de lúpulo para cada 1.000 litros de mosto; en Bamberg, de dos á cuatro kilogramos; en Inglaterra, seis kilogramos para el *porter* y 16 para el *indian-pale-ale*.

El lúpulo comunica á la cerveza un gusto amargo agradable, y al mismo tiempo hace más lenta su fermentación; pero además llena otro objeto importantísimo, que consiste en la clarificación del mosto durante la cocción con él, debida al tanino que contiene: según la frase gráfica empleada por los alemanes, el mosto *se parte*, el mucílago ó gelatina vegetal se precipita, combinado con el tanino en forma de copos, mientras que otra porción de la materia albuminosa permanece disuelta y se colorea de pardo. Esta sustancia albuminosa coloreada es la que principalmente imprime á la bebida en cuestión el carácter de *cerveza*, comunicándole un sabor *lleno* (cuanto más sustancia albuminosa, tanto más cuerpo tiene la cerveza), siendo la ebullición sostenida del mosto lo que da á la cerveza de Baviera el embocado de que carecen por completo las cervezas hechas con mosto no cocido, como, por ejemplo, la cerveza blanca de Berlín. Entre las sustancias albuminosas existe también una que se coagula como la clara de huevo, separándose por ello, en forma de espuma, durante la cocción.

El mosto cocido debe enfriarse en el tiempo más corto posible, para cuyo fin ya hemos visto que se le suele someter á la influencia de un tubo serpentín, que se llena de agua fría en la misma caldera; pero, por lo general, se le pone en los llamados barcos refrigerantes, después de haberle hecho pasar por filtros destinados á separar el lúpulo. Los citados barcos refrigerantes son grandes tinas rectangulares y de pequeña altura, hechas de palastro fuerte, y que deben estar colocadas en un punto descubierto y accesible al viento. Modernamente se ha hecho uso de refrigerantes de este género, construídos de fundición de hierro, los cuales ofrecen á los cerveceros importantes ventajas, pues por una parte conservan su forma mucho mejor, son más perfectamente planos y duran mucho más que los construídos de ladrillo ó de las mejores clases de palastro, siendo su efecto refrigerante por lo menos tan



Fabricación de la cerveza al vapor.

grande como el de todos éstos. Pero, sobre todo, los refrigerantes de fundición de hierro son ventajosos comparados con los antiguos de madera, que, aparte de otros inconvenientes, tienen el de que se agriaban con mucha facilidad. En estos refrigerantes debe tener el mosto una altura que no exceda de 10 centímetros. Si dicho mosto está destinado á fermentar bajo la influencia de la levadura alta, bastará con que el enfriamiento sea hasta una temperatura entre 10 y 15°; pero si ha de fermentar con levadura baja, la temperatura que adquiera debe hallarse comprendida entre 5 y 8°. El enfriamiento en estos refrigerantes resulta principalmente de la evaporación del agua, y antes, para acelerarle, se agitaba el líquido por medio de unas paletas, aumentando así el contacto con el aire. Hoy no se hace ya esto, y aun las ruedas de alas, etc.,

FIG. 145.—Barco refrigerante. (Su limpieza.)

que giraban sobre la superficie del mosto como en el barco refrigerante representado en la fig. 145, sólo se ven raras veces. En nuestro tiempo se utilizan aparatos refrigerantes especiales, como, por ejemplo, cajas planas de palastro llenas de hielo que se hacen flotar en el mosto, y mediante las cuales y el empleo del hielo se hace posible, hasta en verano, enfriar á 3° centígrados el mosto que sale de las barcas refrigerantes con una temperatura de 25°. Pero se emplea más generalmente uno de los aparatos refrigerantes, que pueden considerarse divididos en dos grupos: aparatos refrigerantes de tubos, y aparatos irrigadores.

Ambos sistemas se hacen inteligibles por las figuras 146 y 147; en la primera representamos un aparato tubular de corrientes opuestas, inventado por Neubecker, en Offenbach, sobre el Main. El mosto penetra en el aparato por uno de los tubos delgados, lo atraviesa y sale frío por otro tubo estrecho. El agua refrigerante es conducida por tubos anchos que rodean á los anteriores, y en una dirección tal, que el agua más fría actúa sobre el mosto, que

está ya más frío, lo cual permite alcanzar el máximo efecto útil de cierta cantidad de agua como refrigerante.

Las figuras 147 y 148 representan el refrigerante irrigador de Lawrence, que se halla construído de palastro doblado en la forma indicada en la fig. 148. Por los intersticios así formados corre el agua refrigerante, que penetra por *E* á la temperatura de 0°, y sale por *F*, siendo sustituída en la parte superior por agua de fuente que entra por *C* y sale por *B*. El mosto penetra por *A* en la cubeta que termina el aparato por la parte superior, y desde aquí fluye á través de pequeños orificios, cayendo por entre las dos superficies exteriores

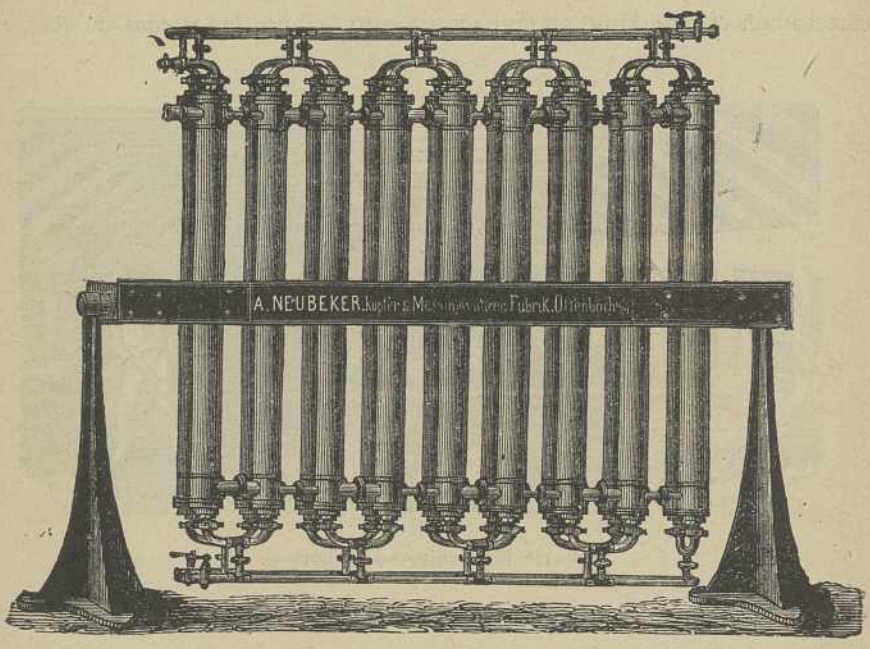


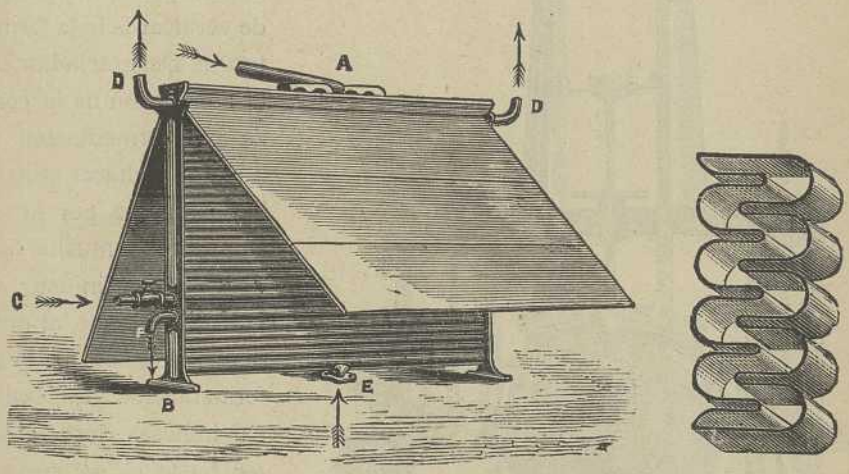
FIG. 146.—Aparato refrigerante tubular.

de la lámina metálica. Recogido el mosto en la parte inferior, se le lleva á las cubas de fermentación. El aparato todo está protegido por un techo, con objeto de evitar la caída de impurezas sobre el mosto.

La fermentación del mosto es, pues, el segundo período de la transformación á que se somete el líquido obtenido anteriormente después de enfriado. Se deja transcurrir aquélla en grandes tinos, después de preservar cuidadosamente al mosto de los copos de albúmina coagulada, iniciándola por medio de una mezcla íntima con la cantidad necesaria de levadura, cuya cantidad varía con la temperatura del mosto y la de la bodega donde se le somete á la fermentación. Cuanto menor es la cantidad de levadura mezclada, tanto más lenta es la marcha de la operación. Se distingue una fermentación alta y una fermentación baja, verificándose esta última muy lentamente y por la influencia

de la levadura baja, mientras que la primera marcha con más rapidez, y se debe á la levadura alta. Por lo demás, el mosto entraría por sí mismo en fermentación de un modo gradual con sólo el influjo de los esporos, que siempre existen en la atmósfera, produciéndose en este caso la fermentación baja, si bien nunca se aguarda á esto, sino que se determina la producción y curso del fenómeno en la forma que se desea y mediante la correspondiente adición de levadura.

La baja fermentación exige por cada 10.000 litros de mosto unos 30 litros de levadura en pasta. Al cabo de veinticuatro horas la superficie de la cerveza viene á quedar cubierta de una telilla delgada. La espuma asciende gradualmente sin cesar, y adquiere después un aspecto encrespado, que es conse-



FIGURAS 147 y 148.—Aparato refrigerante irrigador de Lawrence.

cuencia de la separación parcial que se verifica durante la fermentación de la sustancia resinosa y glutinosa contenida en el lúpulo, cuyos copos, de color amarillo pardusco, poseen también un gusto amargo intenso. Poco á poco se extinguen las ondas, la superficie se va encalmando y la levadura se deposita reunida en el fondo, de manera que puede ya decantarse la cerveza joven, casi completamente clara, á otra vasija.

Durante la baja fermentación, tiene el fabricante que poner constantemente el mayor cuidado para evitar qne la marcha de la operación no se acelere demasiado; sólo consiguiendo que el proceso sea reposado y tranquilo, puede obtenerse una bebida de buenas cualidades. Para contener la fermentación es necesario, ante todo, oponer algún obstáculo á la elevación de temperatura, que la operación misma tiende á producir. A este fin responden unos frotadores metálicos huecos, llenos de hielo, que se hacen nadar en el líquido.

La alta fermentación se manifiesta de un modo algo distinto, porque la mayor parte de la levadura que se forma sucesivamente es arrastrada por

el gas carbónico desprendido á la superficie, de donde se la recoge directamente cuando la operación se practica en tinos abiertos, ó bien se la deja salir por el agujero del tapón cuando se emplean cubas cerradas. Estas cubas se mantienen completamente llenas de cerveza, hasta tanto que en el orificio se presenta una espuma blanca; entonces está ya claro el líquido.

La fermentación alta se verifica en mucho menos tiempo que la baja; pero no por esto la descomposición del azúcar es tan completa en el primer caso como en el segundo, y por ello, al terminar dicha fermentación alta, las cervezas son más dulces que las en que se ha acabado de verificar la baja fermentación. Desgraciadamente, la fabricación de la cerveza por fermentación alta no se suele hacer muy cuidadosamente, por lo cual se agría con mucha facilidad; pero es injusto atribuir este defecto al procedimiento mismo de la alta fermentación. Las cervezas inglesas, desde el *porter* hasta el *ale* superior, todas las cuales se obtienen por alta fermentación, demuestran la posibilidad de que este procedimiento, practicado de un modo racional, dé un líquido perfectamente estable.

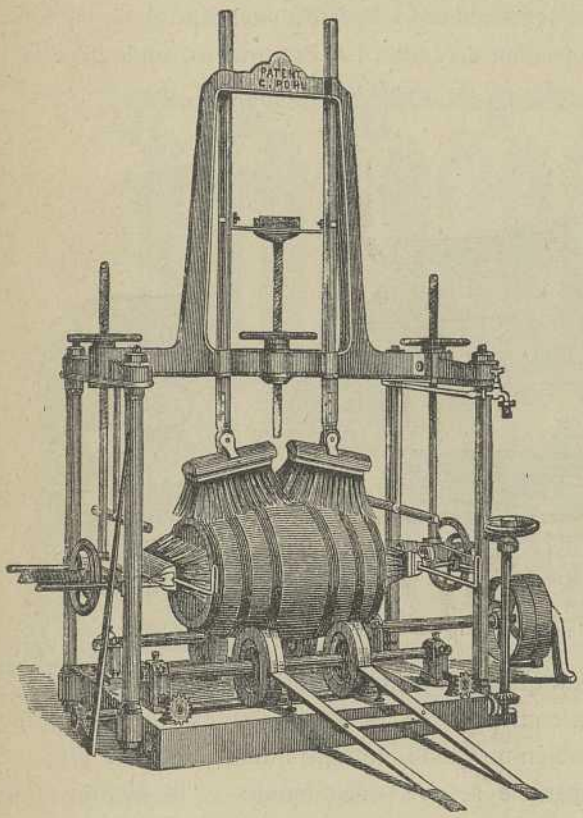
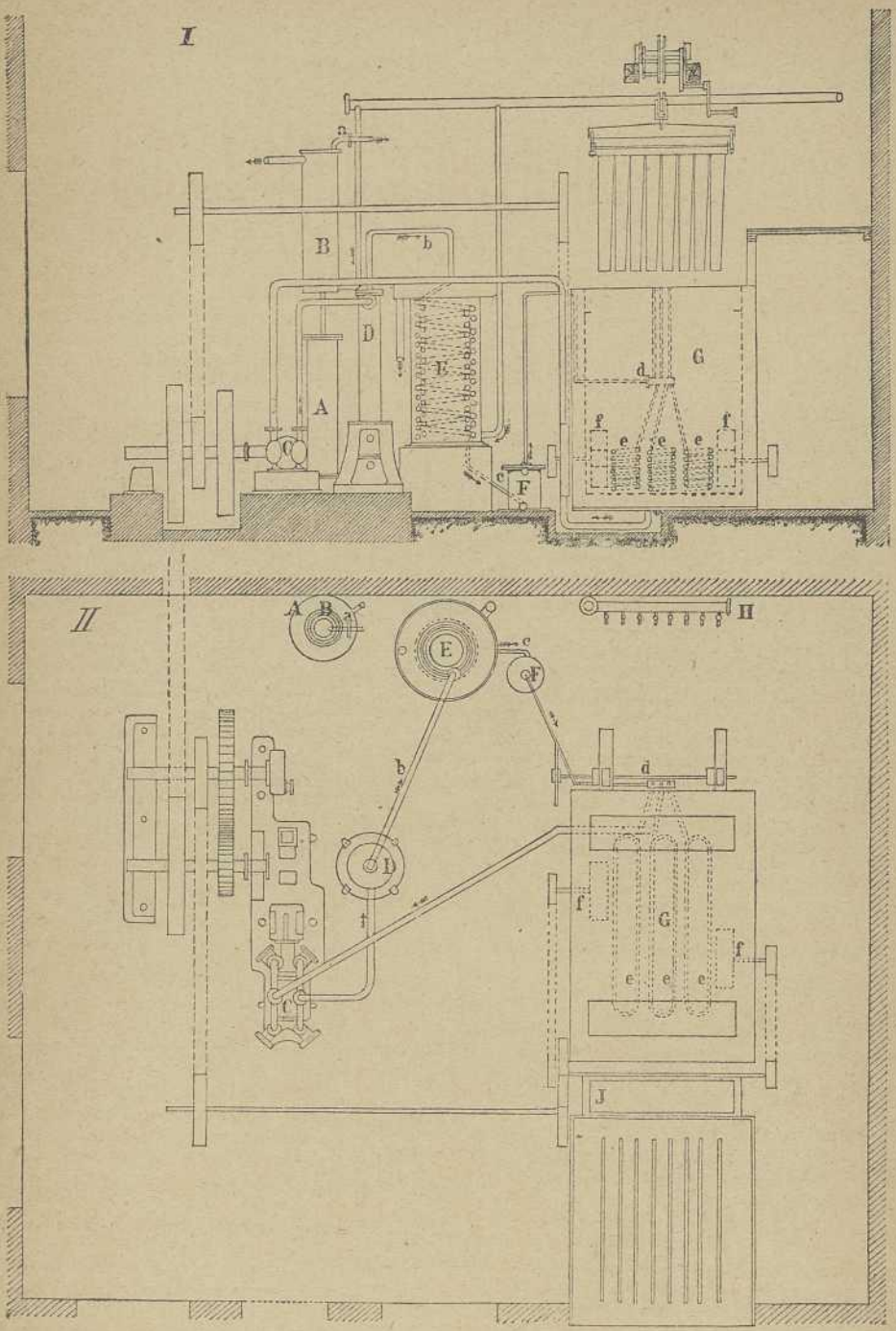


FIG. 149.—Máquina para lavar toneles, de Pohl.

Con el acrecentamiento progresivo de la industria cervecera y el perfeccionamiento de todos los aparatos empleados en ella, se ha hecho también sentir de un modo imperioso la necesidad de encomendar á máquinas las labores que antes sólo podían realizarse directamente por la mano del hombre, pudiendo así economizar tiempo y dinero. Se tienen, pues, hoy máquinas para embrear los toneles, para limpiarlos, para llenar botellas, etc., etc.; y hasta existe una máquina, construída por Pohl, que sirve para la limpieza exterior de los toneles, aunque puede tambien emplearse para la limpieza interior. Por medio de esta máquina pueden limpiarse exteriormente de 175 á 200 toneles



Aparato para la reproducción artificial del hielo y refrigerante del aire y de los líquidos.

de transporte, de capacidad comprendida entre 15 y 200 litros, en el transcurso de una hora. Los toneles se hallan durante la operación sometidos á un movimiento continuo de rotación, siendo entretanto lavados y barridos con escobillas y surtidores de agua, como muestra la fig. 149. Otra máquina destinada á la limpieza interior de los toneles es la de Johnson Clark y Compañía, representada en la fig. 150.

La industria cervecera estaba antes arreglada de manera que durante el verano se interrumpía la elaboración. Era preciso, por consiguiente, proveer durante la estación fría á las necesidades de todo el año, fabricándose, como hoy también suele hacerse, una cerveza especial conservable, ó para el verano,

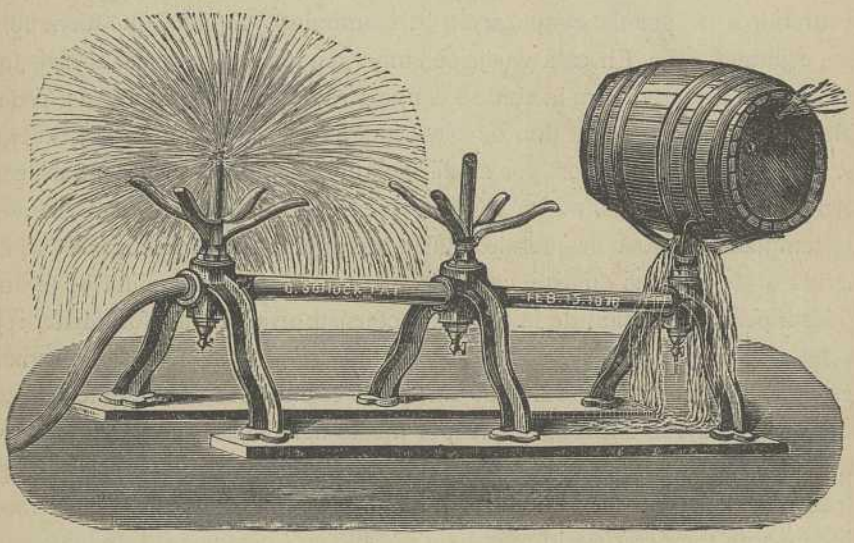


FIG. 150.—Máquina de limpiar toneles, de Johnson Clark y Compañía.

y otra algo más floja, llamada de invierno, y destinada al consumo continuo. En la actualidad se trabaja durante todo el año en las grandes fábricas de cerveza, disponiéndose de máquinas de aire frío que mantienen á temperatura conveniente las bodegas de fermentación y conservación, y que generalmente se hallan en combinación con máquinas de hielo. En la lámina VI representamos en corte vertical y en proyección horizontal, una de estas máquinas combinadas según el sistema de Osenbrück y Compañía, en Hemmelingen. Consta de las partes siguientes: *A* es un aparato de destilación para generar el gas amoniaco, encima del cual se halla el refrigerante *B*, el cual está construído por una plancha gruesa de hierro, y tiene en su interior tubos de hierro en espiral, rayados, que están en comunicación con el destilador *A*. La parte señalada con la letra *C* es una bomba de compresión de doble acción que, mediante una caja obturadora de construcción especial, puede actuar, bien como aspirante, bien como impelente, y que aspira, condensa, enfría en el

refrigerante *E*, devolviendo por la presión el estado líquido á los vapores amoniacales originados en las espirales *e e e* del generador *G*. Después de condensado de nuevo este amoniaco en el refrigerante *E*, pasa á la vasija designada con la letra *F*. El aparato *D* sirve para aspirar aceite, que en parte se emplea en lubrificar las piezas de la bomba, movida, como se comprende, por una máquina de vapor, pero que en parte tiene por objeto también reducir en lo posible el volumen del espacio perjudicial, lo que constituye un problema importantísimo. El aceite depositado aquí es aspirado automáticamente por la bomba, al mismo tiempo que los vapores de amoniaco son devueltos bajo cierta presión al condensador. El generador designado por *G* es una vasija de hoja de lata que está llena de agua salada, la que le enfría á una temperatura inferior á 0° por la evaporación del amoniaco líquido, que tiene lugar en las espirales *e e e*. En esta vasija se sumergen los moldes para el hielo, que se llenan con agua común, la cual se congela rápidamente. El peso del pedazo de hielo que se forma en uno de estos moldes asciende á unos 125 kilogramos. Los moldes se extraen por medio de un mecanismo ascensor especial, invertidos é introducidos en la vasija *J* (véase el plano), que está llena de agua templada; aquí se desprende el hielo del molde por la fusión de la parte adherida á las paredes de éste, cayendo fuera de él. Según resulta de la anterior descripción, la acción de la máquina consiste en una transformación repetida del amoniaco líquido y anhidro en amoniaco gaseoso, y recíprocamente de éste en el primero. La pérdida de amoniaco es extraordinariamente pequeña. Ahora bien, una vez enfriado el aire por medio del hielo, es conducido á través de tubos *ad hoc* á los depósitos ó bodegas que se quiere enfriar. Si, por ejemplo, se trata de conservar largo tiempo una cerveza, hay que cuidar ante todo de mantener una temperatura lo más baja posible en la estancia. Las bodegas de conservación se socavan en piedra dura y seca cuando es posible, enfriándolas por medio del hielo. Pero cuando las circunstancias no permiten semejante instalación, pueden también hacerse sobre tierra bodegas para cerveza de verano, enfriándolas del mismo modo, con lo cual, y atendiendo en su disposición á todos los detalles relacionados con su objeto, pueden llenar éste cumplidamente. Al mismo tiempo que la conservación en frío, se ha descubierto el hecho notable de que ejerce también una influencia favorable sobre la cerveza cierto calentamiento previo; así como en el vino, el método de Pasteur es de magníficos resultados para ciertas cervezas á que se quiere comunicar una gran inalterabilidad, y, por consiguiente, en especial á las que se destinan á la exportación. La experiencia ha demostrado que la cerveza, colocada en botellas bien tapadas, sometida durante media hora á la temperatura de 50° centígrados en un baño de agua, y enfriada después rápidamente, se conserva por completo limpia y en buen estado, en circunstancias en que otra de igual clase, no calentada previamente, se haría en poco tiempo inadecuada para beberla.

Ahora bien: después de haber conseguido, mediante una cuidadosa vigilancia en la bodega, que la cerveza adquiera las mejores cualidades, resta todavía evitar que se pierdan éstas en lo sucesivo, lo cual ocurre con gran facilidad al transvasarla. En efecto; no sólo desaparece el gas carbónico, y por consiguiente el líquido se hace insípido al propio tiempo que pierde el aspecto espumoso característico, sino que, además, la entrada del aire atmosférico produce transformaciones químicas, entre las que encontramos, como una de las más perjudiciales, la fermentación ácida, en virtud de la cual el líquido se agría ó pica. En los establecimientos en que el consumo es suficientemente considerable para que los toneles, una vez empezados, se agoten rápidamente, este inconveniente se ofrece con menos frecuencia que en otros en que un tonel dura mucho tiempo, los cuales no suelen tampoco poseer los medios necesarios para sostener bastante fría la atmósfera que rodea á los toneles. Las tentativas para evitar la entrada del aire al sacar la cerveza del tonel, herméticamente cerrado, han dado buen resultado en cuanto á evitar la acidificación; pero cuanto más perfectas, tanto más pronto perdía la cerveza, en virtud de ellas, su sabor y aspecto espumoso, toda vez que el enrarecimiento ocasionado en el espacio que queda vacío de líquido hacía desprender el gas carbónico contenido en el resto de él. Actualmente se hallan muy generalizados en los establecimientos en que se expende cerveza, ciertos aparatos que la mantienen á la presión atmosférica, los cuales no son por cierto recomendables; mediante ellos pasa la cerveza desde las cubas contenidas en la bodega al depósito desde donde se sirve, en virtud de

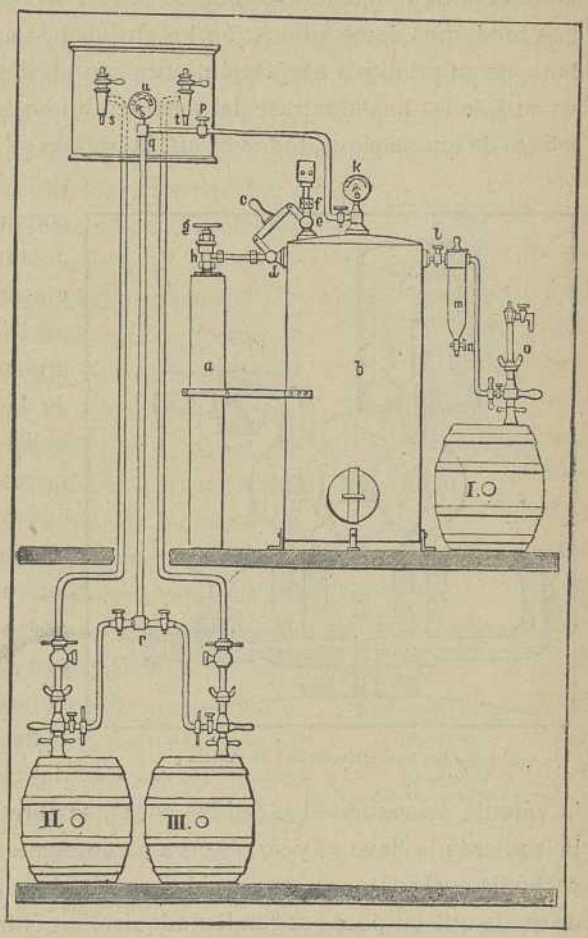


FIG. 151.
Aparato de compresión por el ácido carbónico, sistema Raydt-Kunheim.

la presión transmitida por una bomba impelente; para la transmisión se utilizan en este caso tubos de estaño puro. Más apropiado es el empleo de los aparatos de compresión por medio del ácido carbónico, los primeros de los cuales cayeron pronto en el olvido por haberse manifestado demasiado engorrosa en la práctica la generación de dicho gas. Pero desde que el comercio suministra el anhidrido carbónico líquido con las facilidades que resultan de los medios modernos de comunicación, los susodichos aparatos han recobrado fundadamente su primitiva aceptación, pues con ellos conserva la cerveza sus mejores cualidades hasta extraer del tonel su último residuo, sin que haya el menor peligro de que se pique, toda vez que la presión se ejerce en este caso por medio gas carbónico puro. El aparato construído para este objeto por el doctor Raydt-Kunheim se halla representado en la fig. 151, y su disposición es la siguiente. El anhidrido carbónico, liquidado con ayuda de la presión y el enfriamiento, se halla contenido en el frasco *a*, de hierro forjado; *b* es la caldera ó recipiente para el mismo, después de recobrar el estado gaseoso; levantando la pieza con el mango *c* se abren simultáneamente las dos llaves *d* y *e*, de las cuales la primera pone en comunicación el frasco con el depósito regulador *b*, y la segunda hace comunicar este último con la válvula de seguridad *f*. Así las cosas, se abre la válvula *h*, haciendo girar á la izquierda la llave *g*, y se observa atentamente el manómetro *k*. El anhidrido carbónico sale entonces con rapidez en estado gaseoso, pasando al depósito *b*, de modo que en pocos segundos adquiere en él la presión el valor deseado (de una y media á dos y media atmósferas), lo cual se reconoce por el manómetro. Se cierra entonces la válvula *h* mediante un brusco giro á la derecha de la llave *g*, y á continuación se cierran también las llaves *d* y *e*, haciendo descender el mango *c*. El gas carbónico, así conducido al depósito regulador, actúa desde éste sobre la cerveza contenida en los toneles, del mismo modo que el aire comprimido en los aparatos ordinarios, pero con la diferencia de que se evita el juego de un émbolo. La citada fig. 151 muestra las dos formas principales de sacar la cerveza para el consumo. En la de la derecha el gas carbónico pasa á través de la llave *l* al frasco *m*, que contiene cerveza, y desde aquí al tonel *I*, donde ejerce presión sobre la superficie de la cerveza, impulsándola á salir por

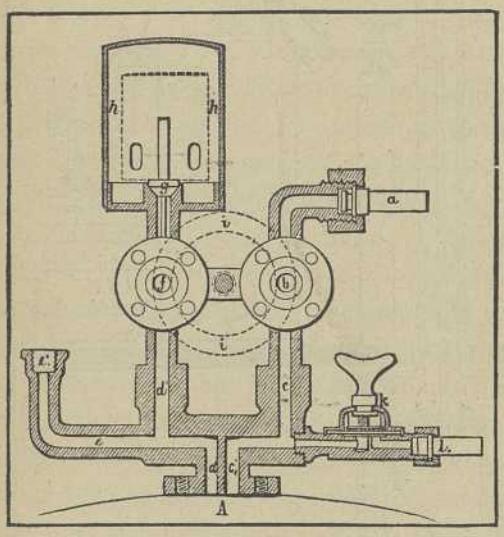


FIG. 152 —Mecanismo de Alisch.

el grifo *o* para el despacho inmediato. Según la disposición representada á la izquierda, el gas carbónico pasa desde un orificio situado debajo del manómetro, y á través de la llave *p* y del tubo *q r*, á las *II* y *III*, situadas en la bodega, haciendo subir desde ellas la cerveza, por tubos apropiados, hasta los grifos *s* y *t*. El manómetro *u*, que se halla junto á éstos, revela la presión reinante en las cubas *II* y *III*, que puede regularse por medio de la llave *p*. Cuando arriba no hay sitio para ello, puede también instalarse todo este aparato en la bodega misma. En lugar del mecanismo de palanca *c*, mediante el cual pueden abrirse y cerrarse simultáneamente las dos llaves *d* y *e*, utiliza hoy Alisch, en Berlín, otro cuya disposición puede verse en la fig. 152. A las llaves sustituyen válvulas *b f* y *l*, de las cuales las dos primeras, *b* y *f*, se abren y cierran simultáneamente por la rotación de una rueda de mano indicada en *i i*. El frasco de ácido carbónico comunica de un modo apropiado con el tubo *a*. Cuando se quiere introducir gas carbónico en el depósito, se tiene cerrada la válvula *k* y se abren las *b* y *f* por medio de la rueda *i i*. Una vez abierto el frasco, penetra el gas en el depósito *A* á través del tubo *c c'*, llegando desde dicho depósito al manómetro situado en *e'* á través del tubo *d e*, así como á la válvula de seguridad *g* por el tubo *d d'*; la válvula de seguridad está cubierta por la caja *h h*. En cuanto se ha obtenido la presión deseada, se cierran todas las anteriores válvulas, empezando por la del frasco de ácido carbónico y se abre la correspondiente á *k* á través de la cual, y del tubo *l*, pasa el gas á la cuba que contiene la cerveza.

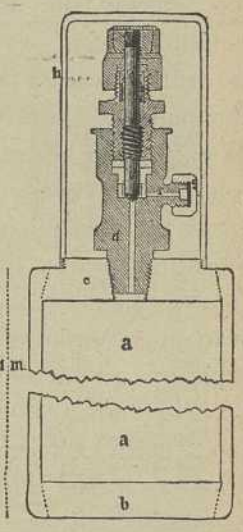


FIG. 153.
Corte longitudinal de las botellas para anhidrido carbónico líquido, con el aparato obturador.

Los frascos para el anhidrido carbónico líquido constan de tubos de hierro forjado, ó dulce, de paredes muy fuertes, con junturas pegadas á fuego, que tienen un metro de largo; su cierre está representado en la fig. 153: *b* y *c* son dos gruesas planchas que forman las paredes del fondo del tubo *a a*, soldadas á éste; la plancha superior, *c*, se atornilla á la válvula *d*, de fundición de bronce; el cierre de esta válvula es producido por el tornillo de acero *e*. El tornillo de salida *f* está protegido durante el transporte por el tope con la correspondiente tuerca *g*, y el conjunto de la válvula se halla también protegido por la caja *h*. Estas botellas se ensayan, antes de usarlas, sometiéndolas á una presión de 250 atmósferas, por más que la presión de dicho ácido carbónico encerrado no ascienda más que á unos 74 atmósferas, cuando la temperatura es de 30°. La capacidad de estas botellas es de 9 litros, que corresponden á unos 8 kilogramos de carbónico líquido, el cual, al abrir las válvulas, da cerca de 4.000 litros de gas carbónico á la presión ordinaria, con lo que puede hacerse salir de los toneles de 2 á 3.000 litros de cerveza.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CERVEZA

Cuando la cerveza se ha producido mediante una primera materia de buenas cualidades y en una forma regular y adecuada, contiene principalmente las sustancias siguientes: agua en cantidad dominante, después materia extractiva procedente de la malta, alcohol y ácido carbónico, estos últimos como resultado de la fermentación del anterior y, además, las sustancias etéreas y extractivas introducidas con el lúpulo. No hay necesidad de decir que, aparte de esto, contiene también sales inorgánicas, solubles, procedentes de la malta y del lúpulo mismo, si bien en una proporción muy pequeña. Pero se hace preciso tener en cuenta también otros componentes añadidos muchas veces fraudulentamente á la cerveza con objeto de comunicarle á poca costa propiedades análogas á las que dan el lúpulo y la malta. Son muchas las sustancias amargas puestas en uso con tal fin por cerveceros sin conciencia, que no retroceden ni siquiera ante venenos tan activos como el ácido pícrico y las semillas de coca de Levante, con tal de hacer su negocio; sin embargo, conviene no llamar la atención de ellos acerca de los medios que pueden emplearse para falsificar la cerveza. Es sabido que durante mucho tiempo se emplearon cantidades considerables de glicerina, tanto en la fabricación de la cerveza como en la de los vinos; pero desde que, no sólo algunos fabricantes, sino también los mismos comerciantes que vendían á aquéllos la glicerina y otras sustancias extrañas á la composición propia de dicha bebida, fueron castigados como se merecían, semejante abuso ha desaparecido casi por completo.

Las cervezas más ricas en alcohol son, aparte de las del Norte (algunas cervezas suecas, por ejemplo, presentan de 8 á 12 por 100 de alcohol), los *porter* y *ale* de los ingleses; el *scotch ale* de Edinburgo tiene 8 y medio por 100; el *ale* de Berlín, 7,6; el *porter* de Londres, 6,9; el *ale* de Burton, 5,9; el *lambik* de Bruselas, 5,5; la cerveza fuerte de Baviera, 5,1; la *salvador* de Munich, 4,6; la *bok* de Munich, 4,2; la cerveza común de Baviera, de 3,5 á 3,8; la de Waldschlosschen, 3,6; la cerveza de Praga, de 2,4 á 3,9; la blanca de Berlin, 1,9 por 100. La misma proporción alcohólica que la cerveza blanca de Berlín contiene próximamente la llamada *mumme* de Brunswick, que se distingue por su gran riqueza en extracto. En Dantzig se fabrica una cerveza llamada *joppenbier*, que indudablemente es en la que se da mayor proporción de éste, pues en 100 partes existen 46,2 de extracto de malta, es decir, casi una mitad, 4,3 de alcohol y 49,5 de agua; en cambio, el lúpulo empleado en ella es más débil que el de la cerveza de Baviera. Efecto de esta gran cantidad de materia extractiva, su consistencia es muy grande, fluye como un jarabe

no muy espeso, á pesar de lo cual esta cerveza negra, que contiene sólo una cantidad regular de gas carbónico, constituye una bebida muy agradable, que se exporta en grandes cantidades (*double brown stout*).

FIG. 154.—En la bodega de una cervecería inglesa.

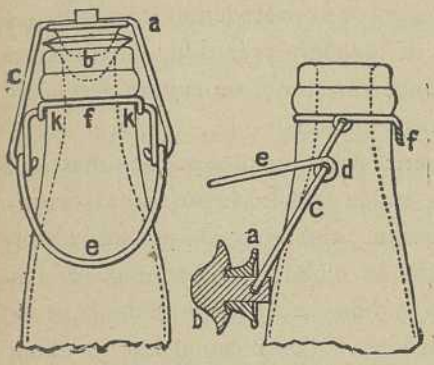
Las cervezas inglesas en general son mucho menos ricas en extracto; así, por ejemplo, el *ale* de Burton contiene tan sólo 14 y medio por 100, el *scotch ale* de Edinburgo 10,9, y todavía menos las cervezas comunes alemanas,

como la de Praga, que contiene 10,9, la *salvador* de Munich 9,4, la *bok* de esta misma localidad 9,2, la común de Baviera 5,8, la de Waldschlosschen 4,8, la blanca de Berlín 5,7, y la de Josty de Berlín, 2,6 por 100.

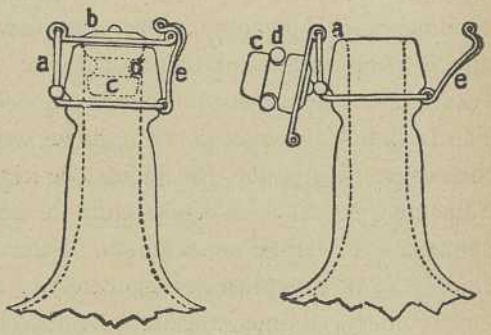
Cociendo el mosto con muy poca agua, ó concentrándolo, pueden obtenerse mostos muy ricos en extracto, y del mismo modo se llega á obtener éste, que en cierta época representó un gran papel como panacea universal. Cuando se somete á la concentración la cerveza misma, ya elaborada, resulta un extracto que contiene también la materia amarga del lúpulo, desapareciendo el alcohol y el agua por la evaporación. Prolongando ésta hasta la sequedad, queda, finalmente, una masa pardusca que se ha intentado introducir en el comercio con el nombre de piedra de cerveza. Tampoco ha tenido éxito otra novedad anunciada como un medio para facilitar el transporte de la cerveza, y que consiste en una especie de cerveza condensada, cuya concentración se practicaba en el vacío antes de terminar la fermentación y sólo hasta la consistencia del jarabe. En realidad, este producto no ofrecía sino una sustitución muy defectuosa con respecto á la excelente bebida que nos ocupa, presentada en la forma conocida y habitual desde tan largo tiempo. Para preparar con aquélla la cerveza para beberla (lo cual no es decir que se pueda beber efectivamente), hay que añadir de nuevo la cantidad correspondiente de agua, y mediante la introducción de cierta porción de levadura, dar lugar á que se termine la interrumpida fermentación: el alcohol desaparecido durante la evaporación tiene también que restituirse, bien al diluirla en el agua, bien después de la última fermentación.

Antes de abandonar el asunto de este capítulo, diremos algunas palabras acerca de una novedad muy práctica, introducida hace pocos años con objeto de sustituir los corchos para tapar las botellas; nos referimos á los diversos sistemas para el cierre de éstas. Los dos representados en las figuras 155, 156, 157 y 158, son los más usados. Las dos primeras corresponden al sistema de Fritzner, más difundido todavía que el otro, y que consiste en un tapón, *a*, construído de la aleación llamada británica, el cual está agujereado en su centro, y al que se adapta la pieza de cautchuc, *b*, en forma de paraguas, que es la que produce el cierre mediante la palanca de alambre, *c*, que lo sujeta. Esta palanca tiene en cada uno de sus extremos un ganchito que se ajusta á un orificio, *d*, correspondiente del arco, *e*, cuyos movimientos necesita seguir, por lo tanto. El arco, *e*, á su vez, se adapta á un anillo, *f*, que se ajusta al cuello de la botella por bajo del reborde de éste, retorciendo sus extremos, y engrana por medio de pequeños botones, *k*, en las asas de aquel anillo, para evitar que salte el tapón. Para cerrar el frasco se coloca el tapón sobre el orificio de aquél y se dobla hacia abajo el arco *e*, de modo que pase de la posición de la fig. 156 á la de la 155. Este cierre, cuyas piezas son de metal británico, alambre de hierro estañado y goma elástica, es inoxidable y puede limpiarse con un cepillo

El segundo sistema, inventado por Granel de Magdeburgo, está representado en las figuras 157 y 158, y construído en la forma siguiente: alrededor del cuello de la botella, y en una ranura, se adapta un alambre de hierro ó de latón estañado, que termina en un arco, *a*, doblado hacia arriba, y al cual se articula el tapón mediante un gozne. El tapón consiste en un disco de hoja de lata ó de latón estañado, *b*, al que se halla sujeto un botón de porcelana, en el que hay una ranura, á la que se adapta el anillo, *d*, de goma elástica, que sirve para producir el cierre hermético. El tapón se mantiene sujeto por



FIGS. 155 y 156.—Sistema Fritzner para el cierre de las botellas de cerveza.



FIGS. 157 y 158.—Sistema Granel para el cierre de las botellas de cerveza.

medio de una palanca formada de un alambre grueso, y cuya parte superior se adapta al disco metálico que lleva el tapón.

FABRICACIÓN DE LEVADURA

La enorme producción de levadura de cerveza que resulta en las fábricas donde ésta se elabora, haría innecesaria una fabricación independiente de levadura destinada á las necesidades de la panadería, si algunos defectos que aquélla presenta no dieran á esta última la superioridad. En primer lugar, el gusto amargo de lúpulo que conserva la levadura de cerveza la hace ya impropia para la fabricación de un pan fino ó de buen gusto. Hay, pues, que quitarle, por lo pronto, dicho sabor amargo; pero todas las sustancias empleadas para separar la materia amarga ó resina del lúpulo, perjudican más ó menos á la energía de la levadura como fermento. De esto depende asimismo que la levadura baja, siendo en realidad menos conveniente para el amasado, sustituya, sin embargo, á la levadura alta en casi todas partes (excepto Inglaterra). De aquí también que la producción de levadura alta vaya asociada desde hace algún tiempo á las industrias cuya base la constituye algún proceso de fermentación, haciéndose circular en el comercio aquel producto en forma de una masa pren-

sada (levadura prensada), *presshefe* de los alemanes. En la fabricación de espíritus (particularmente cuando se parte de los granos de cerales) se emplean grandes cantidades de levadura artificial. Algunos fabricantes trataron de acreditar una cerveza de alta fermentación y con poco lúpulo, viniendo á parar con ello á ofrecer una levadura prensada y de excelentes condiciones. Pero la forma más productiva de explotar la levadura prensada es asociando esta fabricación con la del vinagre de malta. El valor de la levadura obtenida cubre ya casi por completo el gasto en primera materia; la levadura es de una calidad superior, y el vinagre, que no irroga más gastos que los de elaboración, es preferido por los consumidores al procedente de espíritus, en virtud de su sabor algo dulce. La masa de levadura prensada es muy viscosa, lo cual sería un obstáculo para su comercio si no se evitara, revistiéndola de una pequeña cantidad de almidón de patatas.

La llamada levadura vienesa se obtiene directamente de una mezcla de malta, centeno y maíz sin lúpulo. Se trituran los granos, se amasan, y la masa obtenida se deja fermentar durante sesenta y dos horas después de haberle añadido un fermento adecuado. Después de dicho tiempo aparece primeramente en la superficie una ligera espuma, y más tarde el fermento buscado, que consiste en unos granitos de forma ovalada y de un centésimo de milímetro de diámetro próximamente. Sometida al análisis químico, la levadura prensada da 75 por 100 de agua, 7,7 de una sustancia nitrogenada, y 3,457 de un aceite graso, saponificable; el resto consiste en celulosa, materia inorgánica (8,1 de cenizas), etc.

VINAGRE

Cuando un líquido fermentado (cerveza, vino, etc.) está expuesto al acceso del aire á una temperatura no demasiado baja, pronto se observan en su superficie unas gotitas oleosas blancas, flotantes, que constituyen el ya mencionado moho, pequeño hongo que va extendiéndose poco á poco por toda la superficie libre del líquido, y que, sirviendo de intermedio entre éste y el oxígeno del aire atmosférico, da ocasión á un cambio en la composición química del primero. La cantidad de alcohol contenida va disminuyendo sucesivamente, y el vino ó la cerveza se agrían cada vez más, hasta quedar convertidos en un vinagre propiamente dicho. Muchos consideran como necesaria la presencia de este hongo (*Mycoderma aceti*) para la fermentación, que para ellos ha de iniciar forzosamente la oxidación del alcohol, así como también actúan sobre el azúcar los esporos de la levadura, y la diastasa sobre la fécula disuelta. Sin embargo, esta hipótesis no parece que deba adoptarse sin alguna limitación. De todos modos, es lo cierto que esta llamada

madre del vinagre se manifiesta durante la preparación de líquidos fermentados que contienen sustancias nitrogenadas, y que puede también iniciar la acetificación en líquidos alcohólicos exentos de sustancias nitrogenadas, si bien en estos últimos no puede desarrollarse, y, por tanto, la actividad de dichos micro-organismos debe extinguirse pronto. Se ha demostrado también que las virutas de haya empleadas en la fabricación rápida del vinagre no contenían traza alguna del *Mycoderma* después de veinticinco años de uso. La acetificación debe ser, según esto, una simple oxidación, que ciertas circunstancias pudieran activar, pero que en condiciones adecuadas tendrá lugar siempre, y sin la presencia del *Mycoderma aceti.*

La causa del gusto agrio del vinagre es un ácido orgánico, el ácido *acético*, que se origina del alcohol por la absorción de oxígeno, pero que además puede también producirse por otra multitud de medios. Consta, en 100 partes, de 40,6 de carbono, 6,6 de hidrógeno, y 52,8 de oxígeno, lo que corresponde á la fórmula empírica $C_2 H_4 O_2$. Los vinagres usuales de mesa contienen 3 á 4 por 100 de este ácido acético, llegando con frecuencia hasta un 8 por 100 en los vinagres procedentes de vino. La formación del ácido acético por oxidación del alcohol se verifica mediante una sustracción previa de dos átomos de hidrógeno (H_2) á este último cuerpo ($C_2 H_6 O$) que realiza el oxígeno del aire atmosférico y que convierte al alcohol en aldehydo ($C_2 H_4 O$) con formación de agua ($H_2 O$); este aldehydo se transforma muy fácilmente en ácido acético por la absorción de una nueva cantidad de oxígeno ($C_2 H_4 O + O = C_2 H_4 O_2$). Todos los procedimientos para preparar vinagre con líquidos fermentados tienen, pues, que satisfacer estas dos condiciones: aportar la cantidad necesaria de oxígeno, y proteger la reacción mediante una temperatura conveniente. Ahora bien: como el alcohol se forma del azúcar, y el azúcar (glucosa y maltosa) puede también originarse de la fécula, es evidente que el vinagre mismo podrá obtenerse, no tan sólo con el vino, la cerveza, aguardientes, etc., sino también con toda sustancia feculenta y azucarada, como, por ejemplo, cereales, malta, frutas, azúcar de remolacha, miel, etc.; bien que la fécula tiene que ser primero convertida en azúcar, y el azúcar en alcohol por medio de la fermentación. La fermentación alcohólica se cambia insensiblemente en la acética siempre que exista suficiente aire y temperatura bastante elevada; de modo que casi no es necesario separar previamente por destilación el alcohol producido en el líquido azucarado.

La fabricación del vinagre, que ahora estudiaremos ligeramente, sólo utiliza materiales del último de dichos géneros. En los procedimientos antiguos se dejaba la primera materia en toneles á medio llenar, dentro de locales destinados al efecto, cuya temperatura era de 20° centígrados, por lo menos, hasta que se realizaba la transformación apetecida. La mezcla empleada consistía en vinos ó cervezas de clase inferior, con algo de madre del vinagre. Para

favorecer el acceso del aire, los dos fondos del tonel contenían orificios que correspondían inmediatamente por encima del nivel del líquido (puesto el tonel horizontal).El tiempo que se necesitaba para que la operación se realizase por completo era de unas seis semanas, por término medio.

Este procedimiento, largo y pesado, hubo de perfeccionarse por el médico y naturalista holandés Boerhave, hace cerca de doscientos años, haciendo que trabajaran alternando, dos toneles puestos verticalmente y llenos de raspas de las uvas, el uno con vino hasta arriba, y el otro sólo hasta la mitad. Las raspas que sobresalían del líquido, é impregnadas de vino, ofrecían al aire atmosférico una gran superficie. Pero además se aceleraba también la acidificación por el trasiego incesante entre ambos toneles, con lo cual se ponía el alcohol en contacto en toda su masa con el aire atmosférico y con el ácido acético ya formado, que es por sí mismo el mejor fermento acético. De este modo se realizaba la acetificación enla cuarta parte del tiempo.

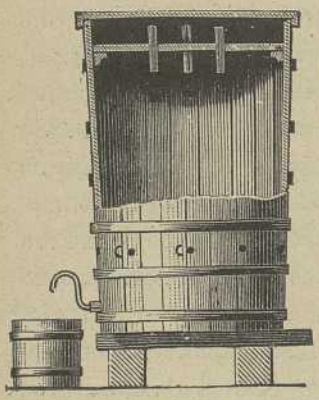


Fig. 159.
Cuba para la fabricación del vinagre.

Este perfeccionamiento de Boerhave indujo al notable químico industrial *Schutzenbach*, hace cerca de cincuenta años, al pensamiento de una fabricación rápida del vinagre por medio del alcohol diluído (fig. 159). Los toneles requeridos por este procedimiento tienen una construcción especial, un diámetro de uno á dos y medio metros y una altura de dos á cuatro, según la importancia de la fabricación. Sobre el fondo existe una espita, á la que se adapta un tubo de vidrio encorvado, en forma de cuello de cigüeña. Dentro del tonel debe haber siempre una capa de vinagre, cuya altura sea por lo menos igual á la del vértice del tubo encorvado; cuando el nivel interior se eleva más, sale por el tubo una parte del líquido, y precisamente del que ocupa las capas inferiores constituídas por el vinagre ya hecho, que es más denso. Un poco más arriba del vértice del tubo lateral hay una serie de orificios para la entrada del aire, los cuales forman un anillo alrededor del tonel, separados entre sí por distancias iguales, y con un diámetro de dos y medio á tres centímetros, atravesando en dirección oblicua (de arriba á afuera, adentro y abajo) la pared del tonel; de manera que el líquido que fluye por la superficie interior de éstas no puede salir por dichos orificios. Así preparados les toneles, se llenan hasta 20 centímetros del borde superior con virutas de haya previamente cocidas y desecadas, ó con raspas de uva. A unos cinco centímetros por encima de esas virutas hay colocado, y fuertemente sujeto, un doble fondo de madera con algunos orificios grandes, á través de los cuales se sostiene la corriente de aire. Para que el líquido vertido sobre el doble fondo salga en tantos cho-

rros aislados cuantos son los orificios que hay en él, se halla provisto en su cara inferior de una serie de canales que se cruzan perpendicularmente de tal modo, que resultan unos cuadrados salientes, cada uno de los cuales tiene un canal á su alrededor. En el centro de estos cuadrados está el orificio de derrame, que se cierra suavemente por medio de un cordón que contiene algunos nudos. El tonel está todo él cerrado por una tapadera, en cuyo centro existe también un orificio que sirve, tanto para establecer la corriente de aire, como para introducir la materia primera acidificable.

Este tonel se apoya en un soporte á una altura tal, que pueda recogerse con facilidad el líquido contenido. El doble fondo debe ser completamente horizontal, y el local en que se instalen estos toneles poderse calentar en la época en que la temperatura ambiente lo exija.

Antes de comenzar la fabricación se *agrían* las virutas, es decir, se vierte sobre ellas vinagre hirviendo, hasta que la temperatura del tonel se eleve á unos 58° centígrados. El vinagre se saca después todo, pero deja impregnada en las virutas gran parte de su ácido. Después se sigue echando vinagre caliente, mezclado con una proporción cada vez mayor del líquido que se quiere acetificar (mezcla de espíritu y agua que contiene próximamente un 6 por 100 de alcohol), teniendo cuidado siempre de que no descienda la temperatura en el interior del tonel. Más tarde se puede elevar algo la proporción de alcohol contenido en la primera materia, de modo que se obtenga un vinagre de un 12 á 14 por 100, el cual lleva en el comercio el nombre de espíritu de vinagre, pero que para los usos domésticos debe diluirse previamente en agua; con estos toneles no es posible obtener vinagre de concentración superior á la citada. La cantidad total de espíritu diluído no se vierte toda de una vez, sino en tres partes, pudiéndose también proceder de manera que el líquido que sale de un tonel atraviese un segundo, y después un tercero. Generalmente se hace caer en la actualidad el líquido alcohólico sobre las virutas por medio de un molinete hidráulico, con lo cual se alcanza una distribución más uniforme de la masa.

Por más que esta operación parece tan sencilla, exige una gran vigilancia, sobre todo para regular la temperatura; pues si ésta desciende demasiado, el líquido alcohólico atraviesa el tonel sin experimentar cambio alguno. Cada fábrica de vinagre puede decirse que tiene su procedimiento operatorio propio, mediante el cual se cree á cubierto de ese inconveniente. Por otra parte, es evidente que en los aparatos descritos podrán transformarse también en vinagre otros líquidos alcohólicos, como, por ejemplo, el vino, el mosto de malta fermentada, etc., etc.; sólo que en estos casos hay que seguir también ciertas reglas y precauciones, particularmente para evitar que se obstruyan los intersticios entre las virutas por el depósito de materias glutinosas. En tiempos modernos se han propuesto diferentes modificaciones en los modos de

fabricación del vinagre para perfeccionarlos, y así, por ejemplo, Michaelis, de Luxemburgo, ha construído con este objeto los aparatos rotatorios y otros llamados inmersores. Los primeros consisten esencialmente en un grueso tonel, *A* (fig. 160), que descansa horizontalmente sobre dos pies, *B B*. El interior del tonel se halla dividido por medio de una rejilla de madera, *C*, en dos partes, la menor de las cuales, *a*, está llena de virutas de haya. Bajo la rejilla, en el fondo del tonel, se encuentra un tubo horizontal para la entrada del aire, y arriba, en la pared lateral del mismo, una llave ordinaria para la salida del mismo. Mediante un orificio se coloca, en la parte que está bajo de la rejilla, la materia primera ó líquido acetificable, y teniendo cerrada la llave de aire, se da al tonel una media vuelta, con lo que vienen á parar las virutas á la parte inferior

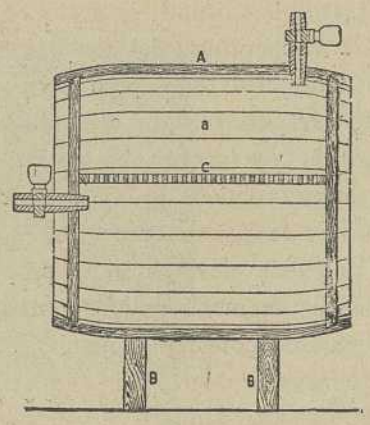


FIG. 160.
Aparato de Michaelis para la fabricación del vinagre.

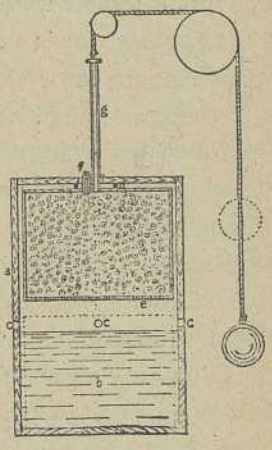


FIG. 161.
Aparato de inmersión para la fabricación del vinagre.

y son bañadas por el líquido. Después de cerca de quince minutos se vuelve el tonel á su primitiva posición y se abre la llave de salida del aire, repitiéndose esta operación hasta tanto que el líquido introducido se ha transformado en vinagre por completo. Se comprende fácilmente que por este medio la superficie de contacto entre el líquido y las virutas se remueva grandemente, y, por consiguiente, se acelere el proceso de la acetificación. Si se emplean como primeras materias líquidos que contienen sustancias viscosas, se depositan éstas sobre las virutas, que se purifican haciendo pasar á través de ellas una corriente de vapor por medio de las llaves destinadas á la entrada y salida del aire. Los aparatos llamados inmersores consisten, según se ve en la fig. 161, en una vasija de madera, *a*, que contiene el líquido que se destina á ser transformado en vinagre, *b*. Un poco más arriba del nivel de éste existen orificios, *c*, para la entrada del aire. Dentro del vaso *a* se halla otro, el llamado inmersor, *e*, que puede moverse en el anterior, y cuyo fondo está agujereado. En la pared superior del inmersor hay un tubo, *f*, para la salida del aire, el cual atra-

viesa también la tapadera del vaso *a*. Dicho inmersor va unido á la vasija *g*, de la que pende por medio de una cuerda que se arrolla á una polea y un contrapeso. Lleno el vaso *e* de virutas, y sumergido en el líquido *b*, ejerciendo cierta presión sobre la varilla *g*, se empapan de líquido las virutas, y entonces el contrapeso lo devuelve á su primitiva posición. El aire que penetra por *c* se ve obligado, entretanto, á atravesar los orificios del fondo del inmersor, así como por entre las virutas de éste, no pudiendo salir más que por el tubo *f*. Estos inmersores pueden reunirse en baterías, sumergiéndose dos ó más en una vasija exterior común que contenga el líquido empleado.

No queremos dejar de mencionar, por el interés científico que ofrece, un procedimiento de acetificación completamente distinto de los anteriores. Fué propuesto por Döbereiner, y se funda en la propiedad que tienen la esponja y el negro de platino de transformar en ácido acético los vapores de alcohol. En un principio se confió en un gran éxito de este meido para obtener principalmente un ácido acético concentrado; sin embargo, después se ha venido á comprender que no es practicable más que en pequeño.

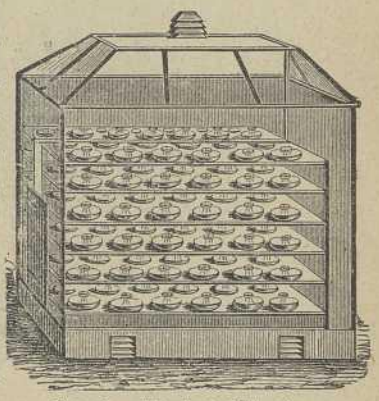


FIG. 162.—Método de Döbereiner para la fabricación de vinagre por medio de la esponja de platino.

La esponja de platino se coloca en vidrios de reloj suspendidos sobre pequeñas cápsulas de porcelana con alcohol. Estas cápsulas se hallan, en número de ciento ó más, en un recipiente cerrado por todos lados, siendo lo mejor una caja de vidrio con varios fondos. La temperatura se eleva en el interior de este espacio por medio de una pequeña calefacción al vapor, y la circulación del aire se regulariza mediante válvulas, tanto en el fondo como en el techo. La esponja de platino condensa en su superficie interna el oxígeno del aire y oxida con él los vapores de alcohol, convirtiéndolos en ácido acético, el cual se condensa con el vapor de agua sobre las paredes de la caja de cristal, siendo recogido, finalmente, en el fondo de ésta.

En pequeña escala puede construirse dentro de toda habitación templada un aparato de acetificación con el que sea permitido á cada cual fabricar el vinagre que necesita para el consumo doméstico. Se llena con carbon vegetal, bien lavado, partido en pequeños pedazos, seco é impregnado de un fuerte vinagre de espíritu de vino, un vaso cilíndrico de vidrio que tenga un orificio de salida en el fondo, y que se cubre con una tapadera. Como materia acetificable se puede emplear simplemente aguardiente con agua.

Desde que se ha aprendido á obtener químicamente puro el ácido acético con el vinagre de madera (del cual nos ocuparemos al tratar de los productos

de la brea), se suele emplear también para el consumo este ácido diluído en agua, aromatizado y coloreado artificialmente.

Para dar color, así como para aromatizar el vinagre, se emplean sustancias muy diversas; siendo para el segundo fin la más estimada la hierba de la *Artemisia dracunculus*, recogida antes de la floración; todavía resulta el vinagre más delicado si, en lugar de la hierba, se hace uso del aceite esencial recogido por destilación del mismo estragón; un par de gotas de esta esencia (vertida sobre un trozo de azúcar) basta para perfumar por completo un litro de vinagre. Además, y según los gustos, se utiliza con el mismo objeto otra multitud de plantas aromáticas, como las hojas de laurel, el apio, el perejil, etc.

ESPECIAS, DROGAS, MEDICAMENTOS

Y

VENENOS

Las especias.—Su importancia fisiológica.—Historia.—La pimienta blanca y negra.—Pimienta de Guinea.—Pimiento molido.—Pimienta de Jamaica.—Clavillo.—Nuez moscada.—Cultivo de la planta.—Política comercial de los holandeses.—La canela.—Cardamomo y jengibre.—Granos del paraíso.—Vainilla.—Preparación artificial de la vainilla.—Laurel, etc.—Especias solubles.—Mezclas y falsificaciones.—Drogas y medicamentos.—Historia.—La farmacología moderna.—Drogas más usuales.—Su procedencia, y preparación con ellas de los medicamentos.—Remedios secretos y supersticiones.—Los venenos.—Reseña histórica.—Venenos minerales.—Idem vegetales y animales.—Sus efectos.—Antídotos.

LAS especias, aunque puedan considerarse aisladamente como raíces, cortezas, hojas, flores, frutos ó semillas de vegetales, coinciden todas en la propiedad de contener cierta cantidad de aceites etéreos, á los que deben principalmente el pronunciado olor y sabor que las distingue. A muchas de estas drogas se les extrae, en efecto, por destilación, esencias que son utilizadas por los farmacéuticos, los perfumistas, y también en el arte culinario y en la pastelería. Aparte de esto, algunas especias contienen sustancias resinosas y de otras clases, dotadas de propiedades activas y corrosivas, las

cuales, preparadas en estado de pureza é ingeridas en cantidades considerables, producirían efectos perjudiciales, pero que, difundidas como se hallan en las especias, y haciendo de éstas un uso moderado, son ventajosas por más de un concepto para nuestro organismo. Así, por ejemplo, la adición de las sustancias aludidas favorece la digestión de algunos alimentos, lo cual explica el gran consumo que de las citadas especias se hace en los climas cálidos.

Para los niños y las personas jóvenes parece que las especias son, en su mayor parte, superfluas, así como debe también evitarse el uso exagerado de ellas por las personas mayores, sobre todo por aquellas cuyo sistema nervioso es ya, sin esto, suficientemente excitable; pero no debe confundirse el uso racional con el abuso.

El empleo de las especias tal vez se fundara solamente, en un principio, en su sabor ardiente y picante. En la excitación ardorosa que originan inmediamente en las fauces y en el estómago, es, sin duda, en lo que hay que buscar la causa de la aceptación que han obtenido por do quiera, y que las ha elevado gradualmente hasta la categoría de una necesidad. Estimulando los órganos de la digestión, pueden comunicarles mayor actividad, favoreciendo, por lo tanto, hasta cierto punto, la solución ó digestión de los alimentos; la sangre adquiere mediante ellas elementos de renovación más abundantes, y, por ultimo, se acrecienta también la asimilación de estos elementos por todos los órganos en general, ó sea su nutrición. Sin embargo, la circulación de la sangre se acelera también demasiado, dando ocasión á trastornos en ella, por efecto del aceite etéreo, contenido en cantidad considerable en la mayor parte de las especias. Del mismo modo que sobre los otros órganos, ó preferentemente á ellos, se produce también la excitación debida á estas materias en el cerebro, determinando una actividad exuberante en él; de aquí resulta que se hace difícil el descanso, mientras que toma vuelos la fantasía ó imaginación, y desgraciadamente suele originarse una sobrexcitación que trae consecuencias muy perjudiciales, tanto para el espíritu como para el cuerpo. Los habitantes de los países cálidos, que toman en cantidad excesiva especias de acción enérgica y excitante, se distinguen por el desenfreno de sus pasiones.

Por lo demás, el uso de las especias tiene influencia en la historia de la civilización humana, en cuanto que constituye un perfeccionamiento para la satisfacción de la necesidad de alimentarse con sustancias que á veces son insípidas por sí solas. Los mismos esquimales, que comen la carne cruda, recogen cuidadosamente durante la corta estación estival las yemas de la coclearia y de la acedera para practicar una especie de salazón amarga antiescorbútica; y nuestros antepasados habían descubierto entre la flora primitiva de los climas de la Europa central la hiedra, el orégano, el comino, el ajo, el meliloto, la aspérula, el enebro, etc., antes de tener conocimiento de las hierbas aromáticas que existen en mayor abundancia en los países de la

costa del Mediterráneo. Si estas especias no estuvieran constituídas por partes vegetales de tan fácil descomposición, tal vez hubiera podido demostrarse, con los restos de las cocinas danesas prehistóricas y de las construcciones lacustres, que ya en la edad de piedra se comían la carne de bisonte y las ostras, aderezadas con berros y otras hierbas. En tiempos muy remotos se cultivaba una porción de plantas de este género en los Alpes, y en general en las costas meridionales de esta parte de la Tierra. Los frailes las cultivaban también en los jardines de los conventos, y los párrocos en los de las ciudades, desde donde se difundieron á las demás dartes, como demuestra la célebre carta de Carlo Magno á los administradores de su patrimonio, en que les daba órdenes al efecto.

Las familias vegetales que tienen ejemplares abundantes en los países próximos al Mediterráneo, y que nos suministran la mayor parte de las hierbas aromáticas, son dos, principalmente: la de las crucíferas y la de las labiadas.

A la primera pertenecen el perejil, el hinojo, el anís, el apio y la misma asafétida, cuya resina, de olor á ajo, se emplea en Oriente como especia. Entre las labiadas se hallan comprendidas la salvia, el tomillo, el orégano, la albahaca, el hisopo, la salvia moscada y otras. Todavía se emplean con el mismo objeto otras varias, como el rábano, la mostaza, la ruda, la alcaparra, la serpentaria, el laurel, la nasturcia, etc., y, sobre todo, las numerosas variedades de cebollas y ajos. Esta última planta, que es tan desagradable á muchas personas, fué de un uso extenso y antiquísimo en los pueblos orientales.

Los hebreos la conocían con el nombre de *schum*, los árabes con el de *thum*, y hasta en el idioma sánscrito está designada con el nombre de *mahrushudsa*, como especia. Hasta cierto punto, podrían incluirse también en este grupo muchas frutas meridionales de gran estima. En efecto, la esencia de azahar, la de bergamota, el zumo de limón y la cáscara de éste, bien por sí solos, bien en jarabes y otras formas, encuentran frecuente aplicación al arte de cocina, así como á la pastelería. Otras especias, tales como el chenopodio, el comino negro, el almizcle, el civeto ó algalia, y el ambra, que son muy usadas en Oriente, no han encontrado sino escasa acogida en los pueblos occidentales; tampoco el azafrán es hoy tan estimado como en otros tiempos.

A las citadas plantas aromáticas primitivas, y propias de la región del Mediterráneo, las cuales han reinado exclusivamente durante siglos enteros en Europa, se agregaron después las especias procedentes de la zona tórrida. Entre los trópicos elabora la Naturaleza en su inmenso laboratorio sustancias variadísimas que, bajo la influencia del calor solar, son destiladas y mezcladas en mil formas, y que los débiles rayos del sol de nuestras latitudes no pueden producir; así es que los habitantes de los pueblos septentrionales se apro-

piaron con afán tales productos en cuanto tuvieron conocimiento de ellos, y son los que desde su introducción en Europa, por el siglo XVI, se conocen preferentemente con el nombre de especias, y de los cuales vamos á ocuparnos ligeramente en las siguientes páginas.

PIMIENTA Y PIMIENTO

La pimienta fué una de las primeras especias que llegaron á Europa, procedentes del Asia meridional, importada de las Indias orientales por Alejandro Magno. Los granos comunes de pimienta negra son los frutos recolectados en estado de incompleta madurez, desecados, y por esto rugosos, del arbusto conocido en botánica con el nombre de *Piper nigrum*, el cual forma, en unión de otros ciento análogos, las espesuras de los bosques tropicales. La isla Malabar es considerada como la patria originaria de la planta en cuestión, cuyo cultivo, sin embargo, se practica actualmente en ambos hemisferios de la Tierra, en todas las comarcas que son á un tiempo cálidas y húmedas. Las plantaciones de pimienta se dividen en porciones regulares, plantando primero en ellas el árbol del coral, que da sombra y apoyo para las ramas del *piper*, y después éste, que fructifica al tercer año. El arbolito en cuestión da flores y semillas hasta los veinte años, siendo el rendimiento en estas últimas de unos tres kilogramos al año, por término medio. Las flores, colocadas en racimos colgantes muy espesos, son poco aparentes; las bayas son en un principio verdes, y después rojas, cuando están bien maduras (fig. 163). En cuanto comienza á presentarse esta última coloración, se las recolecta y se ponen á desecar sobre esteras. Los frutos, de color amarillento, dan después de secos la pimienta negra, que es de gusto sumamente picante. Las bayas maduras por completo, ó pasadas, que se tienen algún tiempo en agua para quitarles de la película exterior, dan, después de desecadas, la

Fig. 163.—Rama, con frutos, del arbusto de la pimienta.

pimienta blanca, menos picante. Las restantes variedades de pimienta carecen de importancia en el comercio de este género de artículos, pues la pimienta cubeba, la pimienta larga y otras, son más bien buscadas para los usos medicinales que para los gastronómicos. En la pimienta se encuentra, aparte del aceite esencial, de aroma tan pronunciado, una base orgánica nitrogenada particular, que puede obtenerse en cristales incoloros é inodoros, y que recibe el nombre de *piperina*. El gusto picante no procede, sin embargo, de esta sustancia, ni tampoco del aceite etéreo (ó por lo menos este último tiene sólo una pequeña parte en él), sino que se debe más bien á una resina característica, que determina sus cualidades cáusticas.

En un principio, el comercio de la pimienta estaba principalmente en manos de los genoveses y venecianos; después del descubrimiento de la vía marítima para las Indias orientales, los portugueses se dedicaron á este negocio, sumamente productivo, sucediéndoles después los holandeses é ingleses.

La pimienta de Guinea y el pimiento molido, que en el extranjero suele llamarse pimienta de España, deben únicamente su nombre á analogías en el gusto, pero en modo alguno á su procedencia. La primera, á la que debe su nombre la Costa de la Península en el Africa occidental (Guinea), consiste en las semillas de una *Hablitzea*, que posee un aroma sumamente irritante; también suelen designarse con el mismo nombre los granos del paraíso y las semillas de cardamomo (procedentes de algunas variedades de ammomum y de lirios aromáticos), de los cuales nos ocuparemos más adelante. El pimiento llamado *paprika* en Hungría, es, por el contrario, un fruto baya de varias plantas análogas á la de la patata, y perteneciente á la familia de las solanáceas, y corresponde al género *Capsicum*. Mediante un cultivo prolongado se han obtenido gran número de clases comerciales de esta especia. El pimiento amarillo (*Capsicum luteum*), que se cultiva particularmente en la India, y que viene al comercio con el nombre de *pimienta de Mozambique*, ofrece las clases más picantes, que levantan ampollas en la lengua y los labios á los que no están acostumbrados á su uso; el pimentón (*Capsicum cydoniforme*), *poivrou* de los franceses, *pell-pepper* de los ingleses, produce, en cambio, frutos insípidos, que apenas pican, y que pueden comerse crudos ó en conserva, como las frutas. Entre estas dos hay muchas otras variedades intermedias. La pimienta de Cayena, que es muy picante, procede principalmente del *Capsicum crassum*, *baccatum*, *minimum*, etc. Sus frutos se desecan y pulverizan y muchas veces se llevan al comercio mezclados con sal y harina de trigo. Nuestro pimiento molido común (del *Capsicum annuum*) se consume en gran proporción, principalmente por las razas que comen muchos alimentos blandos, como, por ejemplo, los servios y magiares, que suelen comer sesos crudos de becerro y carnero. El *paprika*, mezclado con polvo de raíz de cúrcuma y otras sustancias, constituye el *polvo de curry*, que en el Asia meridional se emplea diariamente

para aromatizar el arroz. Dicho *paprika* forma también, por último, uno de los principales ingredientes de los encurtidos ingleses llamados *mixed pickles*.

La pimienta de la Jamaica es parecida, por su sabor, á la pimienta negra, viniendo á formar como el término medio entre ésta y el clavillo. El árbol de que procede (*Myrtus pimentus*) es indígena en las Indias occidentales, particularmente en la parte septentrional de la Jamaica, sin que se haya conseguido todavía cultivarlo en otro país. Pertenece á la familia de las mirtáceas; tiene hasta 12 metros de altura, y el grueso de su tronco se aproxima al de un cuerpo humano; un solo árbol produce anualmente hasta 50 kilogramos de frutos, los cuales, secos á la ligera, y sin más preparación, se envían al comercio. Cada año se exportan de las Indias occidentales uno á uno y medio millones de kilogramos de dichos frutos.

CLAVILLO

El árbol del clavillo (*Caryophyllus aromaticus*), natural de las Molucas, esas islas al Sur de Asia que, con sus vecinas, fueron llamadas desde muy antiguo las islas de las especias, por su gran riqueza en productos los más valiosos de este género, es muy parecido al *Myrtus pimentus* antes citado. En las hojas se semeja también este árbol, que tiene una altura regular, al laurel; tiene en el extremo de las ramas corimbos muy espesos de pequeñas flores blancas con cálices rojos (fig. 164). Estas flores son las que contienen principalmente la sustancia aromática, y se recolectan en estado de capullo; se exponen á un calor suave sobre unas rejillas de mimbre, y después se acaban de desecar al sol, adquiriendo entonces su color pardo oscuro. En esta forma es como se conocen en el comercio con el nombre de *clavillo*, y dan, por la destilación, un aceite esencial muy aromático y cáustico, que se emplea también en medicina. Los frutos que producen estas flores cuando se las deja en el árbol, son bayas alargadas de color violeta oscuro, del tamaño de una pequeña ciruela, y de aspecto correoso; se los suele encontrar desecados en el comercio, aunque en pequeñas cantidades. Un árbol produce anualmente de dos á tres kilogramos de clavillo. Una parte del clavillo del comercio se obtiene todavía de los árboles silvestres que crecen en los bosques: La labor no es nada cómoda, pues los procedimientos de recolección son todavía primitivos; consiste en golpear con palos las ramas que tienen flores, con lo que es natural que el árbol no reciba ningún beneficio. Sin embargo, la mayor parte del clavillo procede de árboles cultivados.

El clavillo fué ya introducido en Europa en la Edad Media; los navegantes de la isla de Java lo suministraban á los árabes, que á su vez lo vendían á

los venecianos en Alejandría. Las islas Molucas pertenecieron durante algún tiempo á los portugueses (siglo XVI); pero después, tanto estas islas como el comercio de las especias en ellas producidas, pasaron á manos de los holandeses, los cuales observaron con el clavillo, así como con los otros productos análogos más estimados, una conducta especial. Limitaron el cultivo de cada género á una extensión determinada; obligaron á los naturales del país á arrancar los árboles existentes fuera de ella, é indujeron á los propietarios

FIG. 164.—Rama del árbol del clavillo (*Caryophyllus aromaticus.*)

de plantaciones á que les ofrecieran los productos á precios relativamente reducidos; y como poseían el monopolio de su venta en Europa, les era fácil sostener en ella los precios á una altura fabulosa, haciendo de 12 á 20 veces mayor el capital empleado en este negocio. En Amboina, por ejemplo, fijaron el número de árboles en 500.000. Por efecto de lo tiránico y arbitrario de este comercio, con el que se hicieron grandes fortunas á costa de los insulares, se despertó entre éstos el odio á sus explotadores. Hasta una época posterior no consiguieron los franceses transplantar á la isla Borbon y á Cayena el árbol del clavillo. Modernamente se ha extendido también su cultivo á la isla de Zanzíbar, al Este de Africa, y los productos obtenidos hacen gran competencia á los de Amboina.

NUEZ MOSCADA

El proceder de los holandeses fué aplicado también con especial rigor al árbol de la nuez moscada (*Myristica moschata*), cuyo cultivo trataron de

FIG. 165.—Arbol de la nuez moscada (*Myristica moschata*), y una rama de éste con frutos.

vincular en el pequeño grupo de las islas Banda. El árbol de la nuez moscada (fig. 165) es de 10 á 12 metros de altura, de tronco piramidal y figura esbelta, con hojas que esparcen un olor aromático; las flores son blancas y parecidas

á las del lirio, dando un fruto cuyas semillas constituyen la nuez moscada. Se halla ésta envuelta en una cáscara especial, agujereada á modo de red, que tiene consistencia coriácea y color rojo claro; en el comercio se la conoce con el nombre de *macis*. No se utilizan ni la pulpa blanquecina, de sabor áspero desagradable, ni la corteza del fruto, que es muy correosa y tiene en un principio color verde y después rojizo. El fruto entero tiene el aspecto y el tamaño del albérchigo. Los frutos verdes se suelen poner en conserva, constituyendo un manjar agradable y muy solicitado. El cultivo del árbol de la nuez moscada ha dado ocasión á muchas quejas por parte de los indígenas contra la Compañía holandesa, pues en su política insensata procedía ésta con extraordinaria dureza, y, sobre todo, por efecto de la rápida sucesión de órdenes, á veces contradictorias, hacía casi imposible un cultivo racional y fecundo. En algunos distritos, tan pronto se mandaba talar los jardines de esta planta como establecer nuevas plantaciones; unas veces había que plantar árboles protectores de los rayos solares, y otras que suprimirles. Durante largo tiempo se creyó ventajoso mantener el terreno completamente libre de hierbas, y removerlo bien; pero después se dejó crecer el *alang-alang-gras*, planta de gran altura que impide el arrastre por las aguas de los elementos ligeros y fertilizantes del terreno, pero que, en cambio, dificulta mucho la recolección de los frutos.

Estos, desprendidos por sí mismos, son los que dan las mejores nueces; sólo cuando no es posible recogerlos diariamente, se arrancan del árbol.

Los frutos maduros se recolectan tres veces al año; una en Abril, otra en Julio y otra en Noviembre; los que caen fuera de estas épocas se destinan al consumo local. Después de secar al sol y tostar durante cierto tiempo á fuego lento las semillas ó nueces extraídas de los frutos, se separa de ellas la corteza (macis) que las envuelve. Según el sistema seguido hasta hace algún tiempo, para separar esta corteza se ponía la nuez en una lechada de cal, lavándola y secándola después. Este procedimiento fué introducido por los holandeses para quitar á las semillas su fuerza germinativa, é impedir así la difusión del árbol en otros países; pero es una precaución completamente inútil, pues las nueces no son capaces de germinar ya después de una exposición al sol durante ocho días próximamente, á la que se les somete para desecarlas; tanto que, cuando se ha querido transportar semillas para establecer nuevas plantaciones, ha sido preciso envolverlas, inmediatamente después de recolectadas, en tierra húmeda. Pero por la acción de la cal adquieren, además, la propiedad de atraer mucho la humedad del aire, haciendo necesario emplear para su transporte toneles, forma más costosa, y que muchas veces no llega á impedir la pérdida del producto. Por esto se ha preferido modernamente suprimir la calcinación y transportar las nueces, como el café, en sacos, conservándoles su corteza, que les sirve de protección. De las nueces inferiores se obtiene, por medio del calor y de la presión, la manteca de nuez moscada, que

se emplea en medicina y para preparar un jabón especial, y en las Indias se obtiene la esencia de flor de nuez moscada por la destilación del macis. Las flores del árbol son inodoras. Es preciso contenerse en el uso de la nuez moscada, pues ya ha ocurrido varias veces presentarse síntomas de envenenamiento después de haber comido una ó dos de ellas.

Las islas de las especias (Banda, etc.), cayeron en 1619 en poder de los holandeses, que, como hemos dicho, se apresuraron á precaverse para que no saliera de tan estrechos límites el cultivo de esas plantas, y particularmente el de la nuez moscada, que constituía el artículo de exportación más preciado. Pero este sistema les dió bien amargos y dolorosos frutos en ocasiones, pues repetidas veces quedaron destruídas casi por completo todas las plantaciones á consecuencia de temblores de tierra y violentos huracanes, como sucedió, por ejemplo, en el año 1778 en Banda; de tal suerte, que durante algún tiempo desapareció en absoluto del comercio el producto en cuestión. Los holandeses fueron tan allá en las consecuencias de la política adoptada, que cuando la cosecha de un año era muy abundante, inutilizaban la mayor parte de ella. Así refirió un holandés á sir William Temple, que había visto quemar tres montones de nuez moscada, cada uno de los cuales hubiera bastado para llenar una iglesia. Beaumaré vió en 1760 quemar nuez moscada por valor de un millón de francos en Amsterdam, junto al palacio del almirantazgo, y Wilkocks cuenta que en Middelburgo (Zelanda) se quemó en cierta ocasión tal cantidad de clavillo, canela y nuez moscada, que quedó perfumado el aire con su aroma en muchas millas á la redonda.

La cosecha anual en las islas Banda estaba presupuestada en cerca de 6.000 quintales de nuez y 1.500 de macis (un árbol da de cinco á siete kilogramos entre nuez y macis.) Las islas de Java, Sumatra, las Indias occidentales y el Brasil, donde este árbol se introdujo posteriormente, producen cantidades menores; en 1772 transplantaron los franceses el expresado árbol á la isla de Francia, Cayena y las Antillas, y en 1796, cuando se apoderaron los ingleses de las Molucas, se importó en Sumatra. Poco después importó Roxburgh en esta misma isla 22 plantas jóvenes procedentes de Amboina, las cuales ofrecieron ya, después de un tiempo no muy largo, una cosecha de 100.000 kilogramos de nueces y 40.000 de macis. En la isla de Francia, José Huber extendió considerablemente este cultivo, habiendo observado que un solo árbol masculino bastaba para hacer fructificar cien árboles femeninos. De aquí dedujo la conveniencia de podar los árboles masculinos innecesarios, en cuyo procedimiento no habían pensado nunca los holandeses. Por el año 1798 trasplantaron también los ingleses la nuez moscada á Bengala. Pero la mayor parte de este comercio se hallaba todavía en manos de los holandeses, que ganaban con él lo menos un 1.200 por 100 (antes un 2.000). Una variedad de propiedades muy estimadas, la nuez moscada real (*Pala radja*) procede exclusivamente de

la isla Batjan (Molucas), y tiene ésta más aroma y un sabor más estimulante que las comunes. En el comercio circulan también pequeñas cantidades de la nuez moscada llamada de Jamaica ó de las Indias occidentales, que se parece mucho á la legítima, por más que proceda de una planta completamente diferente. El árbol de la verdadera nuez moscada forma, con un pequeño número de otros análogos, una familia vegetal propia *(miristíceas);* el llamado árbol de la nuez moscada de las Indias occidentales (*Monodora myristica*) pertenece, por el contrario, á la familia de las anonáceas, y es originario del Oeste de Africa, en cuyos bosques se le encuentra todavía silvestre, y desde donde fué importado, según se dice, á América por los negros esclavos. Sus semillas son de color pardo rojizo, de forma alargada y algo angulosas.

CANELA

Las mejores variedades de canela han sido siempre las ofrecidas por Ceilán, que es la patria del arbusto que la produce (*Cinnamomum zeylanicum*), que es parecido al laurel (fig. 166). En las plantaciones de esta isla (llamadas jardines de canela) crece hasta la altura del avellano, y se multiplica por estacas, ó bien por semillas. Los hoyos para sembrar el arbusto deben cavarse con un cuidado especial, separando las piedras, etc., proporcionándoles sombra por medio de otros árboles próximos, y dispuestos de un modo adecuado para el riego. La siembra se hace en Abril, escogiéndose para ella frutos completamente maduros, que se dejan á la sombra hasta que la pulpa rojiza que tienen al exterior éntre en putrefacción y los granos de simiente puedan quedar libres de ella con sólo pisarlos ó lavarlos.

Los pequeños vástagos procedentes de los semilleros se transplantan con la tierra que les envuelve, y dan el primer producto al cabo de dos ó tres años; de los arbustos obtenidos por medio de estacas puede ya sacarse generalmente la primera cosecha al cabo de un año ó año y medio. La plantación debe labrarse tres ó cuatro veces al año, haciendo porosa la tierra y acumulándola alrededor de los arbustos, que deben estar entre sí á una distancia de dos y medio á tres milímetros. Cuando las ramas han adquirido próximamente el grueso de dos dedos, se las corta con un cuchillo bien afilado, se llevan á la sombra y se raspa la epidermis que cubre la verdadera corteza de canela. Esta posee cualidades diferentes en un mismo arbusto, siendo superior la separada de las ramas terminales más delgadas, la cual tiene un color amarillo claro y un espesor como el de una hoja de papel. Para secarlas basta un solo día. Las ramas inferiores más gruesas dan géneros inferiores, y todavía la mayor parte de la canela del comercio no procede siquiera de la planta citada, sino de algunas variedades de casias (*Cinnamomum casia*), que

tienen con ella analogía, se cultivan de un modo semejante, y resisten fácilmente la emigración á diferentes climas. Así se producen en la actualidad en China, Java, Indias orientales, Cochinchina, Martinica y Guayana grandes cantidades de canela de casia, que es menos aromática y dulce, pero en cambio más picante que la verdadera. El desarrollo de las plantaciones actuales de canela puede atribuirse en gran parte al impuesto excesivo con que re-

Fig. 166.—Rama del arbusto de la canela.

cargaron los ingleses al producto de Ceilán. También las flores secas de diferentes árboles del género *Cinnamomum* constituyen un artículo comercial, bajo el nombre de flor de canela. De las clases inferiores de ésta y los residuos de las superiores se obtiene, por destilación, la esencia de canela; también se obtiene un aceite esencial de las hojas, y se extrae una sustancia cérea de olor agradable de las bayas maduras de color azul oscuro, y cuyo tamaño es como el de las bayas de enebro.

CARDAMOMO Y JENGIBRE

Ya hemos citado antes el grupo de plantas de los lirios aromáticos (escitamíneas), cuyas variedades del Africa y del Asia meridional producen el fruto llamado *cardamomo*. Se distinguen, entre otras, las principales variedades siguientes: el pequeño cardamomo, ó de Malabar, procedente de la *Elettaria cardamomum*, cuyas cápsulas tienen color amarillo claro, forma prismática triangular redondeada, y están estriadas, conteniendo pequeñas semillas pardas que huelen fuertemente; y el cardamomo largo, ó de Ceilán, procedente de la *Elettaria major*, cultivada en Ceilán y en Coromandel, que tiene también tres aristas, pero su forma es más alargada. Estas dos variedades son las más usuales entre nosotros; el cardamomo redondo ó de Java, procedente del *Amomum cardamomum*, es menos aromático y abunda menos en nuestro comercio, así como los cardamomos de China, Madagascar y Guinea.

La forma en que se practica el cultivo y la recolección del cardamomo varía más ó menos en los diferentes casos, según los paises y las variedades de la planta. Sólo mencionaremos brevemente los procedimientos usuales en la vertiente occidental de las montañas Ghat, en las Indias orientales. La planta del cardamomo se presenta allí selvática, y crece en las laderas más escarpadas de los montes, donde los rayos directos del sol no pueden nunca penetrar, pues durante medio año están en la sombra, y en la época en que el sol cae al Norte se hallan envueltas en nieblas y nubes impenetrables. La creación de huertos de cardamomos es allí siempre empresa propia de propietarios acomodados, que pueden soportar los gastos de jornales y demás que exige su cultivo durante cerca de cuatro años, tiempo que se tarda en obtener la primera cosecha. Los emprendedores de este negocio tienen que contratar cierto número de jornaleros, proveerse de alimentos y transportarse con unos y otros á los desfiladeros ó gargantas donde han de establecerse los jardines, que suelen distar algunas millas de los lugares habitados. Se busca una ladera muy pendiente, en cuya parte superior exista, por lo menos, un árbol corpulento y muy ramoso; se limpia la ladera por bajo de éste de todo otro árbol ó maleza, y, por último, se derriba aquél de tal suerte, que su cima se dirija hacia el valle, y que en su estrepitosa caída llegue á socavar el suelo con sus ramas. Según la explicación de las gentes del país, el árbol fertiliza la tierra de este modo. El hecho es que durante los tres meses siguientes casi siempre aparecen en estos puntos plantitas de cardamomo, cuyas semillas estarían, sin duda, largo tiempo sin germinar sobre el suelo, y que probablemente habrían sido aportadas por pájaros ú otros agentes, como el viento, etc.: todos los años se hace una labor profunda en estos huertos durante la época de la sequia, y á

los veinte meses próximamente han alcanzado estas plantas la altura de un hombre, dando hermosas hojas, anchas, verdes y jugosas. En la base del tronco surgen entonces botones florales, que dan flores rojizas semejantes á la boca de dragón (*Antirrhinum*). A los cinco meses puede ya verificarse la recolección de los frutos ó cápsulas amarillentas, y desde aquí en adelante puede explotarse la planta durante seis ó siete años, con tal de que se extirpen de cada uno las malas hierbas que crecen á su alrededor. Pasado este tiempo, el suelo está agotado y necesita de nuevo un largo reposo, para prestarse á otra plantación de cardamonos.

FIG. 167.—Jengibre.

Las diferentes clases de *granos del paraíso*, llamados también *pimenta de Malaguetta*, son producidas por varias plantas pertenecientes á la familia de las escitamíneas; pero este producto carece por completo de uso entre nosotros.

A la misma familia pertenece también la planta del jengibre (*Zingiber officinale*), (fig. 167) cuyo desarrollo puede compararse con el de nuestro lirio florentino y del cálamo aromático, que en la India y en China crece espontáneamente, á más de ser cultivado en gran escala. Posee un tallo de 1 á 1 $^1/_3$ metros de altura; tiene hojas análogas á las del lirio, y flores de color blanco amarillento, con manchas violadas. La parte más estimada de esta planta es el cuerpo de la raíz, que rastrea por la tierra, y que, una vez desecado y mondado, ó sin mondar, se lleva al comercio; también se suele destinar esta raíz á preparar un confite en conserva azucarada. Actualmente se cultiva en la mayor parte de las países tropicales, particularmente en las Indias occidentales, en unión de la *Maranta arundinacea*, planta muy parecida, que da el *arrow-root*, una harina obtenida de la raíz y que da una sopa muy alimenticia y de fácil digestión. Como quiera que el jengibre cultivado nunca produce semillas capaces de germinar, su multiplicación se practica por medio de pedazos de su raíz, escogiendo de preferencia, para plantarla, terrenos húmedos. Las clases comerciales más importantes de jengibre son hoy las de Bengala, Malabar, Cochinchina y Jamaica; se distingue también el jengibre negro y el blanco, el

primero de los cuales se lava con agua hirviendo antes de desecarlo. Antes de introducirse el jengibre en el comercio, llamaba mucho más que hoy la atención la raíz del cálamo aromático, cuya planta es también silvestre en Oriente y fué introducida en Europa, por Constantinopla, en el siglo XV, estando hoy muy extendida, no sólo en este continente, sino hasta en el Norte de América.

VAINILLA, LAUREL, AZAFRÁN

La vainilla es una de las especias mas finas y estimadas: es natural de la America ecuatorial; consiste en un fruto silicua de color negro, de un palmo de largo y del grueso de un cañón de pluma, producido por varias orquídeas del género *Vanilla*, como, por ejemplo, la *V. aromática*, la *planifolia*, la *chica*, etc. Todas estas plantas son trepadoras; si se introduce un trozo de su tallo en un sitio húmedo, próximo á la orilla de un río y al pie de un árbol, el vástago que surge del suelo trepa hasta la cima de aquél, abrazándose á sus ramas como la hiedra. Su cultivo se practica en varias comarcas de un modo muy imperfecto, y exige, por tanto, ser modificado; pues de cada 20 flores existentes en una espiga, apenas llega á dar fruto una, lo cual depende de la dificultad que encuentran los granos de polen de las orquídeas en general, para llegar al estigma del pistilo, por efecto de su viscosidad, que hace se aglomeren, adhiriéndose entre sí. En las plantas silvestres, los insectos facilitan el transporte de dichos granos hasta el órgano femenino; pero un cultivador cuidadoso puede multiplicar su cosecha conduciendo el polen á su destino por medio de pinceles, medio por el cual se ha conseguido producir cantidades considerables de vainilla en las islas de Java y Borbón. En América se cosecha la vainilla desde Méjico hasta casi el Sur del Brasil, pero particularmente en la bahía de Campeche, cerca de Cartagena, en la costa de Caracas, así como en Panamá, Cayena y la cuenca del Amazonas. Al Norte del Ecuador se recolectan las silicuas desde Abril á Junio, y en el Sur, desde Diciembre hasta Marzo. La desecación de estos frutos se hace lentamente, y en algunos puntos, así que se ponen amarillos, se les recubre de una capa delgada de aceite, que se les va dando con el dedo uno por uno, y se cuelgan de un hilo á la sombra. Los frutos de la *Vanilla pompona* se conservan también en azúcar. Según su bondad, se distinguen en el comercio numerosas variedades, de las cuales, por ejemplo, en Méjico, se conocen seis; en el Brasil, tres; las del primero de estos países (particularmente la vainilla de ley) son consideradas como las mejores. Es curioso el hecho de que en los países en que se produce se considera como perjudicial el uso de la vainilla, y sólo se recoge para la exportación, alcanzando ésta, solamente en Veracruz, la cantidad anual de un millón de frutos,

con un valor de 3 á 4.000 pesos fuertes. Sin embargo, el comercio principal de vainilla se halla actualmente en manos de los franceses, que importan al año, por Burdeos, 40.000 kilogramos, procedentes de la islas Borbón y Mauricio. La vainilla holandesa procede de Java y es inferior á las otras clases. Como hemos indicado, la mejor es la mejicana; después sigue la de Borbón.

Los químicos han dado el nombre de *vanillina* á la sustancia particular á que debe la vainilla sus propiedades aromáticas. La *vanillina*, en estado de pureza, forma bonitas agujas blancas, generalmente agrupadas á manera de estrella, y que poseen en alto grado el olor y sabor característico de la vainilla; se disuelve fácilmente en el alcohol y el éter, con dificultad en el agua hirviendo, y sólo en muy pequeña cantidad en el agua fría. Dentro de los mismos frutos de vainilla se encuentran á veces finísimas agujas blancas de vanillina cristalizada. Esta sustancia ofrece gran interés, puesto que se ha conseguido, después de un estudio exacto de su naturaleza y composición, obtenerla artificialmente, partiendo de sustancias que no tienen ninguna analogía con aquel producto de la vegetación tropical, como es, por ejemplo, la savia del pino, entre cuyos componentes existe la llamada *coniferesia*, también recientemente descubierta, y que puede transformarse en vanillina por medio de cierto tratamiento químico. Algunos de nuestros lectores habrán observado ya que en ciertas circunstancias las maderas antiguas, sometidas al aire y al sol, adquieren un olor semejante al de la vainilla; la misma propiedad presenta la madera de guayaco, con la que suelen construirse las esferas para jugar á los bolos. Este olor depende de la formación de una insignificante cantidad de vanillina. Pero desde que se ha llegado al conocimiento de las condiciones bajo las cuales puede provocarse á voluntad esta transformación, se obtiene la vanillina industrialmente, introduciéndola en el comercio, mezclada por lo común con azúcar, como succedáneo de la vainilla.

FIG. 168.—Vainilla.

La vainilla no se debe, sin embargo, exclusivamente á la vanillina, de la cual contiene 1 y medio á 2 y medio por 100; en su olor y sabor también influyen pequeñas cantidades de ácido vanillínico y de una resina aromática que contiene.

No menos importante que los vegetales antes mencionados es el laurel (*Laurus nobilis*), cuyas hojas ofrecen desde muy antiguo un interés especialísimo, tanto á las cocineras que las usan como una de las especias más comunes y agradables, como á los poetas, que las han convertido en símbolo de la victoria. Por último, mencionaremos el azafrán, ó sea los pistilos de las flores del *Crocus sativus*, que crece silvestre en Grecia y en Asia Menor, y que se cultiva con gran resultado en la Europa meridional. Se recolecta dos veces al día en los meses de Septiembre y Octubre, se la deseca al sol sobre papeles, ó bien por medio de un fuego suave, y constituye un artículo comercial de importancia, tanto como sustancia medicinal como para los usos de la cocina y varios otros.

A los ya citados se agregan otros muchos productos vegetales aromáticos, que no tienen valor más que en ciertos países, como, por ejemplo, las hierbas llamadas *moluchia (Corchorus olitoria)*, *hadjilidj (Balanites ægyptica)*, las hojas de la *adansonia (Adansonia digitata)*, del interior de Africa, etc., que sólo comen, sin embargo, los que están habituados á ello desde pequeños.

LAS ESPECIAS SOLUBLES

Han sido introducidas en el comercio por los franceses, siendo Bonier, en Rouen, el que se ocupó por primera vez en su preparación. Contienen los principios activos á que deben los productos vegetales nombrados antes su influencia sobre los nervios gustativos, así como su acción estimulante sobre el aparato digestivo, y los contienen en una forma que ofrece grandes ventajas para el uso sobre los mismos, de los cuales forman parte siempre cantidades de fibra vegetal, celulosa, etc., que son completamente inútiles para los fines propuestos, y que es forzoso consumir. Las especias solubles, por el contrario, constituídas por azúcar, sal ó mezclas de estas sustancias impregnadas con los principios aromáticos extraídos de las plantas, no presentan tal inconveniente, y permiten también una conservación adecuada á su forma especial, y en virtud de la que no pierden con tanta facilidad las sustancias activas que contienen. Los medios disolventes para las sustancias aromáticas son el sulfuro de carbono rectificado y la bencina. La materia primera se coloca, finamente pulverizada, en cestas de tela metálica, que ocupan el interior de un cilindro de hierro, de tal suerte que la cesta inferior, que descansa sobre un reborde saliente, sirve de sostén á la inmediata superior. La tapadera de la cesta

superior queda también sujeta á las paredes del cilindro por medio de otro reborde correspondiente en éstas. El líquido disolvente penetra en el cilindro por un tubo que se abre en la parte inferior, y es compelido por compresión á atravesar la materia contenida en las cestas, saliendo por un tubo que se abre encima de la superior, y que lo conduce á la caldera de un alambique esmaltado interiormente, en el cual se halla también pulverizada la sustancia destinada á absorber el aroma, azúcar, sal ú otra. Una corriente de vapor de agua produce la elevación de temperatura necesaria para que se volatilice el sulfuro de carbono, el que pasa completamente puro al condensador, y puede desde luego emplearse de nuevo para la extracción de nuevas cantidades de especias solubles. Los líquidos acuosos, como son el zumo de cebolla, de rábano, etc., se agitan con sulfuro de carbono, y una vez separado éste, se destilan sobre sal común, en la misma forma antes indicada. Hace ya algunos años que se preparan estas especias solubles industrialmente en Dresde, por el doctor L. Naumann.

Ningún artículo comercial ha dado, sin duda, origen á tan numerosas adulteraciones, succedáneos y falsificaciones criminales, como las especias, para comprobar la bondad de las cuales se necesita un conocimiento muy exacto de la materia; estas falsificaciones son más fáciles de hacer cuando los productos no se ofrecen en el comercio con su forma natural, sino elaborados en cierto modo y bajo la forma de polvos, mezclas, etc. No consideraremos como falsificación las mezclas de especias que antes procedían principalmente de Inglaterra en el comercio, y actualmente se preparan también en Alemania con mejores cualidades, y que contienen combinaciones de sal, sustancias aromáticas y extractivas, tales como las que suelen prepararse en la generalidad de las cocinas con las respectivas primeras materias. Estas especies de salsas, ó extractos de ellas, son de gran utilidad en ciertos casos, como, por ejemplo, para condimentar los alimentos en el campo, etc. En el capítulo inmediato tendremos ocasión de volver sobre este asunto.

Para que el público comprenda hasta qué extremo debe precaverse en la compra de especias, bastará que descubramos algunas de las falsificaciones más frecuentes, tales como la sustitución del jengibre en polvo por harina ó almidón de patatas, coloreado con algo de cúrcuma y perfumado con un poco de pimienta de Cayena; la pimienta en polvo suele contener diferentes harinas de cereales ó cortezas de frutos, pedúnculos florales y granos de polen de la planta, huesos de oliva, bellotas, cortezas de nuez, huesos de dátil engrasados, etc., pulverizados; la pimienta de Cayena en polvo no es raro encontrarla sustituída por mezclas de harina de arroz, sal común, cúrcuma y hasta sustancias venenosas, como minio, cinabrio, ó polvo de ladrillo y ocre. La mostaza se falsifica frecuentemente con harina, orujo de olivas y cúrcuma, haciendo picante la mezcla con un poco de pimienta de Cayena. La

canela en polvo contiene muchas veces el resultado de la trituración de la corteza de inferior calidad, pero también de cortezas á las que se ha extraído previamente por destilación el aceite esencial, que se aromatiza con un par de gotas de esta esencia; además se ha encontrado en ella corteza de almendra pulverizada. El clavillo en polvo es con frecuencia sustituído con el polvo del pedúnculo de la misma flor.

Para conservar prolongadamente las especias en las casas es mucho menos apropiada la forma pulverulenta que la del producto primitivo, pues en aquélla pierden rápidamente el aroma. En todo caso es preferible emplear para este objeto vasijas de cristal, porcelana, lata, madera, etc., que cierren bien, á la simple envoltura en papel.

DROGAS Y MEDICAMENTOS

Durante los continuos y naturales esfuerzos del hombre con objeto de utilizar del modo más amplio posible los productos de los reinos vegetal y animal como artículos de consumo para su alimentación, tuvo que ofrecérsele bien pronto ocasión de observar que algunas sustancias ejercen sobre el cuerpo humano efectos muy particulares y característicos. Ciertas hierbas exprimidas ó colocadas sobre las heridas proporcionaban alivio; algunas activaban la curación, otras la retrasaban, y á estas enseñanzas se asociaba la observación del instinto de los animales, que muchas veces saben encontrar con seguridad hierbas cuyas partes componentes poseen una fuerza impulsora hacia el restablecimiento de la salud alterada de su cuerpo. El reino vegetal, además de su importancia para la alimentación, la adquiría con esto muy grande en concepto de remediador de las enfermedades; y á medida que la observación iba siendo más extensa y cuidadosa, el conocimiento de aquellos productos vegetales activos alcanzaba mayores proporciones. Por otra parte, entre estos conocimientos se deslizaron también gran número de errores y engaños, que fueron en aumento cuando los hombres trataron de investigar las causas á que era debida la curación; y desprovistos todavía de los medios necesarios para una investigación racional, creían muchas veces encontrar dichas causas en exterioridades, como los colores, las figuras, la rareza, etc. Todo lo que se presentaba casual en cualquier concepto, era recogido, atribuyéndose con gran facilidad la categoría de remedio; la inteligencia, poco desarrollada, se acogía á la intervención de fuerzas sobrenaturales, y así no debe admirarnos que en la infancia de los pueblos, y aun en Estados de cultura algo superior, se hallara generalmente en poder de los sacerdotes y viejas hechiceras, como ciencia médica muy preconizada, una mezcla de enseñanzas prácticas, conocimientos incompletos sobre Física y Química, aforismos sortilégicos, y el arte de pre-

parar con ciertas hierbas, raíces, frutas, etc., algunas bebidas, ungüentos y pomadas que curaban, ó al menos debían curarlo todo. Algo de esto parece que haya subsistido todavía en la farmacia moderna, á juzgar por las numerosas plantas empleadas para curar, y por lo más numeroso todavía de los nombres consignados en nuestras farmacopeas.

En las primeras épocas, el arte de curar y el conocimiento de los remedios ó materias medicinales constituía un todo indivisible, y sobre este conjunto de la Medicina y de la Farmacia, que posteriormente han conservado siempre cierto paralelismo, vamos á echar una mirada retrospectiva, presentando con ello á nuestros ojos una parte importante de la historia de la civilización en su desenvolvimiento á través de los tiempos.

RESEÑA HISTÓRICA

Los médicos fueron en un principio sacerdotes y brujos, todo en una pieza; Moisés, por ejemplo, era también el médico de su pueblo: recogía y preparaba por sus propias manos los medicamentos. Sólo en época posterior aparecieron los herbolarios especiales, llamados *rhizótomos*, que se ocupaban en la adquisición de las primeras materias, tomadas casi exclusivamente del reino vegetal, y que fueron poco á poco encargándose de la preparación y venta de las medicinas empleadas por los médicos, recibiendo entonces el nombre de *farmacópolos*, de donde procede la denominación actual de farmacéuticos, que significa también preparador de medicamentos.

Es de suponer que la mayor parte de las enfermedades que actualmente aquejan á nuestros cuerpos hayan invadido también á la humanidad en los tiempos pasados; pero los médicos de entonces, faltos de los conocimientos fundamentales de la Anatomía, así como de la Fisiología ó funcionamiento de los órganos, no podían menos de andar á ciegas en sus esfuerzos para combatir una enfermedad. Se admitía firmemente que para cada una de ellas tenía que existir en el reino vegetal particularmente un remedio específico; y cuanto más variados fenómenos patológicos se iba aprendiendo á conocer, tanto más se enriquecía el tesoro de la Farmacopea. Pero para estar seguros por completo de que una medicina contenía el remedio buscado contra la enfermedad correspondiente á cada caso, se componían *mixturas* que contenían el mayor número posible de materias medicinales. Así fué desarrollándose poco á poco la tendencia á encontrar una *medicina universal*, que debia ser indubitablemente eficaz contra todo padecimiento. Una cosa así creyó haber confeccionado, por último, Mithrídates VI, rey del Ponto, quien consagró la mayor parte de su vida á investigaciones de este género.

Por los años 300 ó 350 de nuestra Era comenzaron los griegos á organi-

zar la farmacia como una facultad auxiliar de la medicina. Con la conquista de Grecia fueron transmitidas á las romanos esas dos ciencias, entre otras, y los médicos de este último pueblo, sobre todo en tiempo del Imperio, cifraban su mayor orgullo en imaginar medicinas de composición infinitamente variada. Así, el antiguo y maravilloso remedio de Mithrídates fué transformado, mediante numerosas adiciones y enmiendas, en la célebre *triaca*, que, además de sustancias animales, como, por ejemplo, la carne de culebras venenosas, contenía sobre 60 componentes vegetales, uno de los cuales, el *magma hedychroon*, se hallaba constituído á su vez por 18 sustancias vegetales diferentes. *Andrómacho*, su inventor, puso á los pies del Emperador una receta escrita en verso, y desde entonces fué siempre preparada esta medicina con gran solemnidad pública, conservándose tal uso á través de siglos enteros, de tal suerte que en el año 1787 todavía se anunciaba al son de trompetas y timbales la solemne obtención de la *triaca*. Todavía hoy piden la *triaca* en las boticas las gentes del campo en ciertas comarcas; pero no se les da ya aquella absurda mezcla, cuyo tiempo ha pasado, sino un preparado más apetitoso. En Nápoles se verificaba bajo la inspección del Gobierno, en tiempo de la dinastía borbónica, la caza de víboras destinadas al citado objeto...: ¡empresa digna, sin duda, de la paternal solicitud de aquellos Monarcas por sus súbditos! Todavía se han mantenido también en uso hasta nuestro tiempo algunas otras de las medicinas inventadas por los médicos romanos, como, por ejemplo, el emplasto de *diaquilon*, debido á Menékrates. Pero el apoyo que nuestra farmacia recibiera de tales esfuerzos en el arte de curar, es muy inferior al que le ha prestado la Química; y, por lo demás, ya hemos tenido ocasión, en la introducción al tomo IV, de considerar algo más detenidamente este período de la historia de las ciencias naturales.

FIG. 169.—Una botica en el siglo XVI.

La primera botica propiamente dicha se estableció en Bagdad el año 800, y cien años después, próximamente, apareció la primera farmacopea, instrucción ó guía para preparar los medicamentos, en lengua árabe. Los árabes,

después que afirmaron su dominación en España, y en una época en que había quedado casi destruído todo rastro de cultura en el resto de Europa, conmovida por las irrupciones de los bárbaros, habían elevado á un estado de gran florecimiento la medicina y la alquimia, entre varias ciencias de sus Universidades de Córdoba y otras partes. El arte de curar, robustecido por este gran impulso científico, fué transmitido á Italia durante las Cruzadas, y desde aquí se propagó ya á toda Europa. Se crearon en Salerno y Montecasino célebres escuelas de Medicina y Farmacia, y en el siglo XII dió Roger, rey de Nápoles, el primer Código de Medicina, que completó el emperador Federico II, introduciendo la primera tarifa farmacéutica. Este hecho tiene para nosotros importancia, toda vez que en él se fundó en su origen esa vigilancia legal que los Gobiernos ejercen felizmente desde entonces en la mayoría de los Estados, tanto en la preparación como en la venta de los medicamentos. A comienzos del mismo siglo XII surgen ya farmacias en Francia, Alemania, etc., quedando para siempre separada la Farmacia de la Medicina. Con la creación de las Universidades quedó sancionada la categoría de ciencia para la primera, y ya en el siglo XIV florecía una literatura suya propia, aunque principalmente calcada en la de la alquimia, y entre cuyos más notables autores hay que mencionar á Rogerio Bacon, Raimundo Lulio, Basilio Valentino y Alberto Magno. De todos modos, la Farmacia se nos presenta todavía en esta época en su primera infancia, pues sólo gradualmente, y á impulso, sobre todo, de los crecientes progresos de la Química, podía alcanzar su racional organización moderna. Paracelso ensanchó de un modo considerable su campo con la introducción de muchos preparados químicos nuevos, y entre los que siguieron á

FIG. 170.—Una botica en Tokio (Japón).

éste y se ocuparon con bastante claridad y fijeza de lo que á la Farmacia se refiere, es digno de especial mención Glaubero, que obtuvo por vez primera la *sal mirabile*, llamada también, en su honor, *sal de Glaubero*, ó sea el sulfato de sosa, aparte de otras sales diversas, todas las cuales pertenecen todavía hoy á la terapéutica.

Toda la historia moderna de la Medicina revela la tendencia á librar la Farmacopea de cuanto de inútil y confuso habían acumulado en ella los siglos pasados. Mientras no hace aún mucho tiempo encontraban todavía aplicación en el laboratorio del farmacéutico un número increíble de plantas, tanto indígenas como exóticas, y de igual modo estaban allí representadas las materias más diversas, procedentes de los otros dos reinos de la Naturaleza, hoy no ha quedado de su antigua fama á la mayor parte de las plantas medicinales más que el calificativo de *officinalis*, aplicado á su nombre botánico, habiéndose procurado también reducir todo lo posible esa multitud de sustancias de diversa procedencia, completamente inútiles en la Medicina, sobre todo en los países en que las supersticiones populares han cedido el puesto á un criterio más ilustrado.

DROGAS: RECOLECCIÓN Y PREPARACIÓN

En los almacenes de las droguerías, no sólo se encuentran representados todos los reinos de la Naturaleza, sino también todas las zonas de la Tierra. El número total de las sustancias que hoy forman el catálogo de la droguería y la farmacia comprende unos 800 á 1.000 cuerpos diferentes, de los que unos 600 son los empleados en medicina.

Las materias vegetales consisten en partes de plantas, como hojas, flores, frutos, maderas, cortezas, raíces, etc., y en productos especiales de la vegetación, como bálsamos, resinas, gomas, azúcar, almidón, etc. Para la buena calidad de unos y otros es condición indispensable que su recolección se verifique en tiempo oportuno y en lugar adecuado, así como que no se confunda el vegetal con otro semejante. Después que las señales características hayan dado el convencimiento de la legitimidad de la planta, la recolección de las yemas y botones debe hacerse antes de la caída de las hojas; la de las hojas y hierbas, después del desarrollo más completo, pero antes de la floración; la de las flores en seguida; la de las raíces generalmente en otoño, algunas en la primavera; en el segundo año, cuando las plantas son bianuales, y en el tercero si tienen mayor duración; la de las maderas, cortezas y ramas al principio de la primavera ó al fin del otoño, y cuando las plantas no sean ni demasiado jóvenes ni demasiado viejas, y, por último, la de los frutos y semillas sólo después de su completa madurez. Las gomas, los bálsamos y las

resinas se obtienen generalmente en forma de líquidos que fluyen por incisiones practicadas al efecto; las últimas, sin embargo, se extraen también por fusión ó maceración con espíritu de vino; el almidón se obtiene por cocción con agua. Para la recolección de toda materia vegetal hay que escoger un tiempo apropiado, que si no ha de ser completamente seco, tampoco conviene que sea lluvioso. Las flores y las hierbas son luego esparcidas en capas ligeras por sitios aireados, á la sombra, y exentos de polvo (lo mejor es bajo techo) y por lo general se las deseca todavía más completamente envueltas entre tela en estufas ú hornos, á un calor suave. Muchas de ellas tienen que conservarse en vasijas de vidrio ó de lata, bien cerradas, pues entran fácilmente en putrefacción, ó bien pierden sus principios activos. Los frutos suelen secarse ó ponerlos en conserva, si bien muchas veces se elaboran con ellos, en estado fresco, jarabes, robs y pulpas. Las maderas, cortezas y ramas son descortezadas, partidas, rajadas en tiras ó divididas en pedazos, y después desecadas, lo mismo que las yemas, hojas, etc. De las raíces, sólo algunas se lavan; pero si se priva á todas cuidadosamente de la tierra, de las partes desorganizadas y de las fibrillas, sometiéndolas luego á la desecación. Las semillas, por último, deben mondarse, batiéndolas, etc., y limpiarse del polvo y de la gluma ó apéndices florales, bien agitándolas, bién por medio de un tamiz, etc.

FIG. 171.—Rama de la *Cinchona condaminia*.

Las materias vegetales exóticas llegan ya á nosotros, por lo general, preparadas y secas. Mientras que el droguero no tiene que hacer otra cosa que ponerlas en sus almacenes, ó, si acaso, completar su preparación, el farmacéutico debe además, al comprarlas, proceder á un ensayo cuidadoso de su legitimidad, pureza y buenas cualidades. Para este fin, y además de los caracteres exteriores que impresionan directamente nuestra vista, nuestro olfato y nuestro gusto, sirven particularmente como piedra de toque los caracteres microscópicos, el peso específico y las reacciones químicas.

En nuestros climas hay que considerar como las más importantes para la terapéutica, las plantas exóticas, pues entre ellas se encuentra la mayor parte de las que originan efectos enérgicos y bien determinados sobre el organismo humano. No pocas de éstas se aplican, como medicamentos específicos, contra ciertas enfermedades; y para mostrar su extraordinaria importan-

Cosecha de la quina.

cia en la medicina, y al mismo tiempo sus variadas procedencias, vamos á recorrer la serie de las más principales. Una de las drogas más preciosas é insustituíbles hasta hoy es la corteza de quina, remedio específico contra la fiebre y procedente de varias especies del género *Cinchona*, que crecen esparcidas en bosques por las laderas occidentales de las cordilleras del Perú, entre los 5° de latitud Norte y los 15° de latitud Sur, y que para contener los amenazadores progresos de aquella enfermedad han sido también transplantadas á Java, particularmente por los esfuerzos que, con peligro de la vida, hizo Hasskarl en 1853. Estas plantas se multiplicaron en Java, en parte por semillas, y en parte por estacas. Se cultivan la *C. calisaya*, la *C. pahudiana*, la *C. lancifolia*, la *C. lanceolata* y la *C. succirubra*. La plantación comprendía ya en 1862 70.000 árboles y plantas jóvenes, unos 360.000 plantones de semilla y unos 3.800 de estaca; además existían 430.000 semillas que no habían germinado todavía. También en la India el Gobierno inglés hizo establecer plantaciones de este género; 25.000 plantitas de diversas especies de *Cinchona* fueron transplantadas desde Bolivia á las laderas meridionales del Himalaya, en alturas de 1.500 á 2.000 metros. En los cerros del Nilgherry se hicieron también plantaciones muy importantes, cuyos productos hacen comprender que la aclimatación ha tenido un éxito feliz. Otras partes vegetales, de uso frecuente en la farmacia, son: las hojas de *sen*, purgante procedente de las Indias orientales y de la *Cassia lanceolata* (fig. 172), y algunas especies del mismo género; el acíbar, purgante drástico, de diferentes especies del género *Áloe*, como el *A. socotrina*, *purpurescens*, etc., que viven en Africa; el maná, purgante que procede de la Calabria, del *Hornus europea* ó *rotundifolia;* el opio, medicamento calmante, estupefaciente y narcótico, y artículo ya conocido por nosotros como mascado y fumado por los orientales, que procede de la adormidera, ó *Papaver somniferum* de Smirna; la ipecacuana, emético, raíz del *Cephælis ipecacuanha*, procedente del Brasil; la jalapa, purgante enérgico, de la *Ipomea purga*, procedente de Méjico; como purgante se emplea el aceite de las semillas del *Ricinus communis* (figura 173); el llamado "santónico ó ajenjo„ flores de varias especies de artemisias, específicos contra las lombrices, en el Turkestán; la asafétida, usada en las

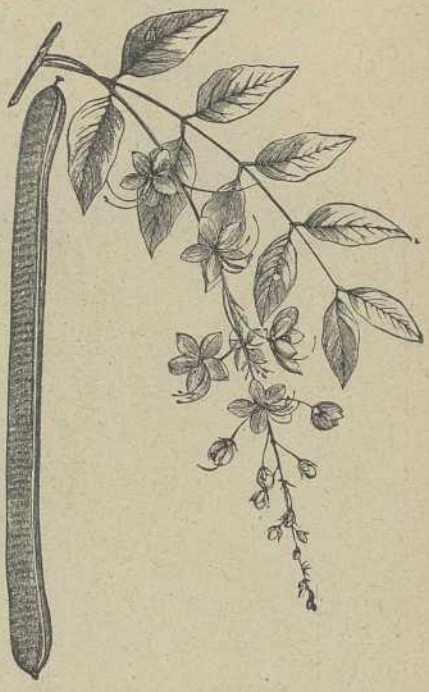


Fig. 172.—«Cassia» Rama con hojas y fruto.

enfermedades nerviosas, en Persia, y procedente del *Narthex asafœtida;* el bálsamo de copaiba, que proviene de diferentes especies del género *Copaífera*, de la América meridional; el alcanfor, empleado generalmente al exterior, procedente del *Laurus camphora*, de Sumatra; el azafrán, originario del conocido *Crocus sativus*, del Oriente; la goma arábiga, procedente de varias especies de acacias (*Mimosa tortilis*, etc.), del Norte de Africa; la canela, el clavillo y otras especias que proceden de las Indias orientales y occidentales; la vainilla, de Méjico, que ya hemos mencionado anteriormente; el cacao, del *Theobroma cacao*, de Caracas; el ruibarbo, el más enérgico tónico y laxante, de los *Rheum palmatum* (fig. 174) *compactum*, *hybridum*, etc., procedente de Rusia é Indias orientales; el *kouso*, remedio específico contra la solitaria, ó sea la inflorescencia de la *Brayera anthelmíthica* de la Abisinia, y otra multitud de plantas vegetales, unas del país, otras exóticas, que encuentran aplicación bajo diversas formas, particularmente la de cocimiento, como la manzanilla, tila, menta, etc. La pulpa del fruto de tamarindo (fig. 175), purificada, forma la parte principal de las Opiatas ó electuarios. A las citadas hay que añadir las sustancias de origen animal, que en parte proceden también de países extraños. Pero la serie de remedios milagrosos procedentes del reino animal, que, comenzando por la grasa de víboras, el aceite de escorpión, el escinco, "avivador de los place-

FIG. 173.—Ricino.

res del amor„ (*saurio*, de la familia de los *escíncidos*, que se conserva entre flores de espliego), etc., comprende gran número de cuerpos á que se atribuían otra porción de cualidades absurdas; hoy, por fortuna, no se encuentra ya en las boticas sino alguno que otro, y en su mayor parte como mera curiosidad. El sebo, la esperma de ballena y la cola de pescado se emplean en ungüentos y emplastos; el castóreo y el almizcle encuentran aplicación al interior como remedios poderosos contra las enfermedades del sistema nervioso, y á éstos se agregan la hiel de toro, las valvas de la ostra, la miel y el suero; las cantáridas, además, poseen propiedades muy enérgicas. Modernamente se ha introducido un preparado, recibido con gran simpatía por el público que sufre padecimientos crónicos en las funciones digestivas, pues su benéfica acción llega hasta permitir al *gourmet* más delicado el poderse entregar á los placeres de la mesa, sin temor á esas fatales interrupciones que, como consecuencia de la indigestión, reduce á tan estrechos límites los terrenales goces: nos referimos á la *pepsina*. En su mayor estado de pureza no debe ser otra cosa que jugo gástrico obtenido de estómagos de becerros ó de cerdos, y su acción se funda principalmente en la causa de la debilidad digestiva, que se supone consiste en la falta de jugo ó fermento digestivo en el estómago. De aquí que la más eficaz debe ser la pepsina que se aproxime más, por su composición, al jugo gástrico de la especie humana, y por ello se obtiene muy especialmente del estómago del cerdo, puesto que este animal es omnívoro, como el hombre. Generalmente circula la pepsina en el comercio bajo la forma de pastillas, en las que se halla asociada al almidón y azúcar, cuya mezcla favorece su conservación, y, sobre todo, impide que se altere por la desecación; pero en las boticas se prepara también en forma de disolución en el vino, y de otras maneras.

FIG. 174.—Ruibarbo (*Rheum palmatum*).

Después de recolectadas las drogas, y puestas en condiciones favorables para conservarlas, experimentan todavía, antes de su uso, otras varias preparaciones. Las sustancias vegetales, comprimidas entre planchas ó láminas

especiales, divididas en morteros, ó raspadas contra un tamiz metálico, se reducen á porciones más ó menos voluminosas, pero uniformes y propias para la confección de cocimientos, cataplasmas y otras preparaciones. Algunas se reducen á polvo por frotamiento ó molienda. Todos los polvos destinados al uso interno deben tamizarse hasta obtenerlos en estado de gran finura y homogeneidad; cuando se destinan al uso externo, ó á la medicina veterinaria, pueden emplearse en estado de menor división. Al pulverizar sustancias venc-

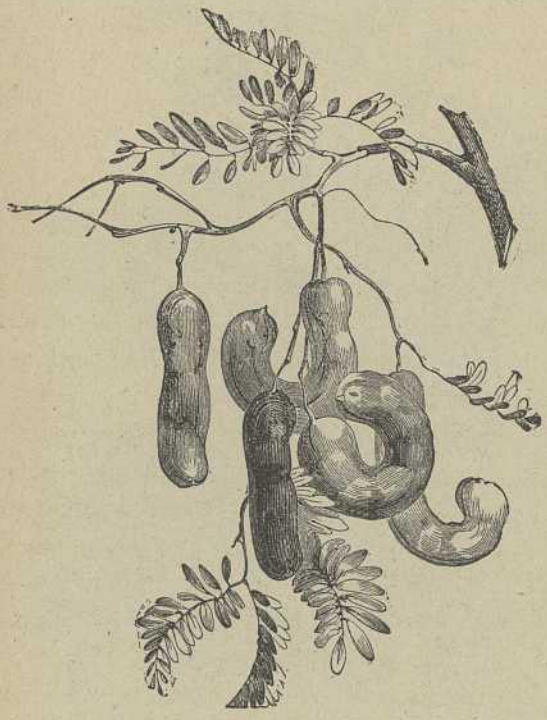


FIG. 175.

Rama, con frutos, del tamarindo (*Tamarindus indica*).

FIG. 176.

Rama, con flores y fruto de coloquintida.

nosas, el operario debe proteger cuidadosamente su boca y su nariz por medio de esponjas humedecidas. Algunas resinas y gomo-resinas no se dejan pulverizar bien sino después de sometidas á fríos intensos; las partes frescas de las plantas se machacan en morteros de piedra ó de madera para extraer sus jugos y preparar extractos. Estos últimos, que también pueden obtenerse de las mismas partes secas, son los residuos que quedan cuando se evaporan, hasta cierta concentración ó sequedad, las disoluciones obtenidas por infusión ó decocción de aquéllas. De un modo análogo se elaboran las primeras materias ó drogas procedentes de los reinos animal y mineral. Las grasas y la cera se purifican por fusión; la miel además por disolución, filtración y concentración. Actualmente, y cuando esto es posible, no se emplean ya las materias

vegetales tal como la Naturaleza las ofrece, sino los principios activos extraídos de ellas, que se preparan en fábricas especiales; de este modo el paciente no tiene que ingerir tanta materia vegetal ineficaz, y el médico puede comprobar con mucha más exactitud la actividad de los medicamentos empleados. Así, ningún médico receta hoy el llamado sémencontra *(flores cinae)* en polvo ó infusión, sino la santonina extraída de él, y del mismo modo se prescribe la quinina en lugar de la corteza de quina, la morfina en vez del opio, etc., etc. Habiendo tomado por su cuenta la química industrial la obtención en estado de pureza de las sustancias activas contenidas en los medicamentos, la tarea correspondiente á los laboratorios de las farmacias ha quedado reducida considerablemente, y, por otra parte, pueden obtenerse así en grandes preparados, que difílmente podría exigirse á un farmacéutico que obtuviera para sus propias y limitadas necesidades.

Como quiera que las propiedades de las sustancias, con relación á los organismos vivientes, constituyen una cuestión tan importante para el químico como para el fisiólogo, la terapéutica tiene que enriquecerse cada vez más con los extensos y útiles descubrimientos hechos en los laboratorios químicos. Bastaría que nos fijáramos en el grupo de los anestésicos para que la humanidad doliente comprendiera cuán grande debe ser su gratitud hacia la ciencia que ha enseñado á conocerlos y prepararlos. Encontramos en primer término el *éter*, que si bien era ya conocido de los médicos antiguos, no había recibido el empleo específico á que hoy se le destina; después el *cloroformo*, con la acción anestésica de sus vapores respirados, y, por último, el *hidrato de cloral*, producido por la acción del *cloro* sobre el alcohol absoluto, y los compuestos análogos. No sólo hacen posible estos cuerpos al paciente soportar con menos sufrimiento los estados patológicos más agudos, sino que dan al cirujano el medio de practicar serenamente sus operaciones sobre un cuerpo tranquilo é inmóvil. Y estas bienhechoras sustancias fueron obtenidas y estudiadas en un principio tan sólo por el interés químico que pudieran ofrecer. Después, y en virtud de la necesidad de prepararlas en grandes cantidades para los usos médicos, han adquirido también importancia industrial, pues como resultado de semejante necesidad, se han ideado medios de obtención más baratos. Lo mismo ha sucedido con otros muchos preparados químicos, que antes no tenían más que un interés científico, y que hoy, convertidos en importantes medicamentos, se fabrican en gran escala; ejemplos: el ácido fénico, y el salicílico obtenido de éste; el thymol; el yodoformo, de tan extraordinarias aplicaciones; la cairina; la resorcina, y el paraaldheydo, etc., etc.

MEDICAMENTOS

Si nos transportamos ahora al interior de una farmacia, encontraremos los medicamentos en la formas más variadas.

Los elixires, las esencias y las tinturas, son disoluciones de los principios extractivos de las plantas ó de sustancias animales en el alcohol, éter y otros líquidos; se distinguen entre sí porque las tinturas son líquidos claros, preparados casi exclusivamente con el alcohol, los elixires, líquidos opacos, espesos y de color oscuro, y las esencias, líquidos tanto más claros y transparentes, cuanto que contienen sólo materias aromáticas. Semejantes á los anteriores son también los vinos y vinagres medicinales, obtenidos, por lo general, de las plantas más activas por la acción disolvente de aquellos líquidos. Los extractos son los residuos que quedan por evaporación del disolvente (agua, alcohol ó éter), con el cual se han extraído, ya en caliente, ya en frío, los principios solubles de ciertas partes vegetales. Entre los extractos ocupa el primer lugar, por el gran consumo que de él se hace, el de regaliz *(Succus liquiritiæ)*, que no es más que el jugo de la raíz de esta planta evaporada hasta la sequedad. Se prepara particularmente en España, Francia é Italia (recientemente se ha introducido también su explotación en Moravia), y existen fábricas que obtienen al año hasta 5.000 quintales de regaliz, que constituye una golosina gratísima al paladar de los muchachos no educados todavía en los refinamientos de la confitería.

Para hacer agradable el sabor de algunos medicamentos, se les cuece con miel ó azúcar en forma de jarabes, ó bien se les prepara en opiatas ó electuarios. En los linimentos ó medicamentos que se aplican por frotación sobre la piel, se emplea, como intermedio, unas veces el alcohol, otras los aceites grasos. Los ungüentos ó pomadas, por el contrario, se confeccionan por fusión de varias sustancias en la grasa sólida ó semisólida, y son remedios sumamente empleados, de los que figura gran número en la farmacopea. A éstos se parecen también los emplastos, que son más duros y están generalmente moldeados en forma de barras, y que se aplican extendidos sobre una tela de lino, para fines muy variados. Citaremos, como más conocidos, el de moscas de Milán (ó cantáridas), el de litargirio y el emplasto simple; el primero como derivativo, produciendo ampollas sobre la piel sana, el segundo para emplearlo en forma de compresas contra las luxaciones, etc., y el último como mero aglutinante para sujetar otros emplastos y pomadas, ó bien para facilitar el cierre de las heridas, etc.; el llamado esparadrapo inglés consiste en un tafetán negro ó rojo, impregnado por una de sus caras con una disolución de cola común ó de pescado.

Los aceites esenciales etéreos que más adelante estudiaremos con mayor detención, tienen también gran importancia en la farmacia como medicamentos. Al mismo tiempo que ellos, ó por operación especial con las mismas plantas, se obtienen por destilación las llamadas aguas, que son disoluciones acuosas de los principios aromáticos vegetales. En el caso de que la destilación se practique con alcohol en lugar de agua, se obtienen los espíritus, usados también en medicina, como, por ejemplo, el espíritu de angélica, el de enebro, el de hormigas, etc. (este último, sin embargo, no se obtiene hoy por destilación con las hormigas, sino por disolución del ácido fórmico, preparado artificialmente con el azúcar); otros espíritus medicinales se preparan asimismo disolviendo en alcohol sustancias activas, como, por ejemplo, el alcohol alcanforado. Los cocimientos grasos se preparan por maceración y decocción de las partes vegetales, y sirven para confeccionar pomadas, ungüentos y otros medicamentos externos. De un gran número de semillas vegetales y sustancias, hasta de origen animal, se obtienen por presión ó fusión aceites grasos, que tienen extraordinaria importancia, tanto para la medicina como para gran número de industrias. El aceite de ricino, purgante suave; el aceite de hígado de bacalao, empleado contra los padecimientos escrofulosos; el aceite de oliva, para la preparación de importantes emplastos; todos éstos, así como el aceite de almendras para la preparación de emulsiones, etc., son tan indispensables en farmacia como el aceite de linaza para los barnices, el de nabos y colza para el alumbrado, y otros varios para fines industriales análogos. Finalmente, pertenecen á este grupo de cuerpos los llamados jabones medicinales, que son combinaciones de jabones finos obtenidos con aceites muy puros y sosa con diversas sustancias, como, por ejemplo, resina de jalapa, trementina, etc., y que se emplean tanto exterior como interiormente. El jabón medicinal simple ú ordinario, preparado con la mejor grasa de puerco, aceite de primera y sosa cáustica, sirve á su vez para preparar otro medicamentos internos.

Cierto número de preparados minerales tienen importancia especialísima para la medicina, y entre los metálicos citaremos como ejemplo el calomelano, ó cloruro mercurioso, remedio excelente contra las enfermedades inflamatorias en general, y en particular en sus accesos más fuertes, y otra porción de compuestos de mercurio, hierro, bismuto, cinc, antimonio, etc. La medicina sabe hacer tributarios suyos hasta á los más preciosos metales, como el oro y plata; en efecto, para ciertas enfermedades se prescribe el cloruro doble de oro y sodio; y la conocida *piedra infernal*, que con tanta frecuencia y tan buenos resultados se usa por los médicos, no es otra cosa que el nitrato de plata fundido.

Ahora bien; el médico dispone sus recetas haciendo aplicación de todo este caudal de drogas, preparados, medicamentos; el farmacéutico prepara las me-

dicinas, según dichas fórmulas, mezclando las sustancias prescritas en forma de mixturas, disoluciones, extractos, electuarios, píldoras, pomadas, infusiones, cocimientos, etc., etc., conforme á la prescripción misma...; pero el resultado final en muchos casos sólo Dios puede preverlo.

Hemos dicho ya con fruición, en el curso de estas consideraciones, que la farmacia ha hecho en el último siglo progresos importantísimos, con el apoyo de la química. Por desgracia, en la vida diaria se oponen obstáculos casi infranqueables á esa feliz simplificación de los remedios medicinales, tal como se ha conseguido alcanzar principalmente por la obtención en estado de pureza de los componentes á que los mismos deben, en primer término, sus efectos, descartando de ellos todo lo superfluo, y muchas veces de difícil digestión para el enfermo. El público en general permanece aferrado á sus remedios caseros, que con frecuencia carecen de todo fundamento racional. De aquí que en todas las boticas se haga necesario mantener una abundante provisión de antiguallas, que siempre encuentran sus aficionados, pues la ignorancia y la buena fe de un gran número de gentes les lleva á emplear en ellas su dinero, tal vez trabajosamente adquirido, ó bien á dejarlo en manos de embaucadores que confeccionan remedios milagrosos, en los cuales cree el vulgo á ojos cerrados. Para no citar más que uno de los ejemplos más elocuentes de estas obcecaciones de que el vulgo es víctima, diremos que casi todos los días hay quien compra, bajo los nombres de sebo de oso, de serpiente boa, de tejón, de lobo, de perro, de gato, de marmota, de víbora, de cigüeña, etc., lo que no es otra cosa que grasa de puerco. Y estos casos en que una misma sustancia se pide y se compra en las boticas por las gentes sin ilustración con diferentes nombres, ó que corresponden á cosas que no existen allí, son innumerables. Los esfuerzos de los farmacéuticos por desengañar de tales supersticiones á los compradores, son generalmente inútiles.

Pero aún es más perjudicial y desastroso el comercio de remedios secretos, que precisamente ha venido á adquirir en los tiempos modernos gran extensión. Por más que en vista de la inmensa importancia que la medicina tiene para el bienestar de los pueblos, la mayor parte de los Estados se han creído obligados y autorizados para ejercer una vigilancia tutelar sobre cuanto á ellas se refiere, regularizando por medio de una farmacopea legal la preparación de los medicamentos, y mediante una tarifa la venta de ellos, considerando, tanto á los médicos como á los boticarios, cual verdaderos funcionarios públicos sometidos á estrecha responsabilidad; por más que desde hace mucho tiempo se ha proscrito y perseguido inexorablemente por do quiera á todo ese ejército de los antiguos expendedores de bálsamos ó panaceas milagrosas, curanderos, etc., es el caso que en los mismos Estados se consiente hoy que se anuncien á diario en todos los periódicos innumerables específicos que, por una parte, contienen muchas veces los componentes más

nocivos y peligrosos, y, por otra, están con toda evidencia destinados á enriquecer á sus autores con el dinero de la humanidad doliente, mediante precios desproporcionadamente elevados. El pectoral de anacahuita (de la *Cordia boissieri*, árbol que existe en Río Grande y Monterrey, Méjico), puede servir como testimonio de la audacia con que se suele proceder en este género de empresas. Apareció súbitamente este pretendido remedio medicinal hará cosa de veinte años; antes de introducirse en el comercio, se publicaron de tiempo en tiempo en los periódicos noticias de los efectos maravillosos que parecía producir entre los indígenas mejicanos el cocimiento, usual allí, de una madera, todavía desconocida, como remedio contra la tisis. Según se decía, este remedio se empleaba desde tiempos remotos. Semejantes referencias fueron reproduciéndose en las formas más variadas, hasta excitar la atención del público y conseguir que se hiciera cada vez más vivo el deseo de poseer la madera en cuestión. Entonces se pusieron en venta pequeñas cantidades á precios enormes, y cuando ya se había acostumbrado la gente á este gran valor del producto, se fué acrecentando poco á poco el suministro de aquellas virutas, que fácilmente se alcanzaban en cantidad tan grande como se quisiera, siguiendo el público pagando sumas cada vez más crecidas por un producto sin valor alguno, pues el pectoral de anacahuita sólo ha sido beneficioso para sus explotadores. La consideración atenta del desorden que hoy reina en el campo de los remedios secretos nos llevaría, sin duda, involuntariamente á establecer un paralelo interesante entre las panaceas universales de los Mithrídates y Andrómachos, el elixir de larga vida de los alquimistas, por un lado, y de otro los específicos contra toda clase de enfermedades, de los famosos Barry du Barry, y otros tantos, entre los cuales merece citarse nuestro popular doctor Garrido.

LOS VENENOS

Así como hay sustancias capaces de combatir las perturbaciones ocasionadas en el funcionamiento del cuerpo humano, devolviendo á los organos el estado de salud, existe también un número no insignificante de ellas que, introducidas en el torrente circulatorio del hombre ó de los animales, alteran su curso natural, perjudicando á la salud y hasta produciendo la muerte en ocasiones. A estos cuerpos es á los que llamamos venenos, por más que el concepto designado con este nombre no queda por entero definido por el carácter antedicho; pero es muy difícil dar una definición completamente adecuada á dicho concepto, que casi puede decirse adquiere diferente alcance, según los individuos. En efecto; no es posible tener sólo en consideración la naturaleza química, la calidad de una sustancia, sino que hay que tener en

cuenta también su cantidad; una dosis que á unas personas haría enfermar, puede ejercer una influencia muy beneficiosa sobre otras cuyo cuerpo tal vez está habituado á ella; es más, los efectos genuinamente dañosos de ciertos venenos, cuando se provocan débilmente, pueden constituir por sí mismos una corrección muy provechosa contra otras afecciones, como lo prueba el extenso uso que en medicina se hace de venenos minerales y vegetales. Debemos, pues, afirmar el criterio de que una sustancia no se convierte en veneno hasta que se haya introducido en el organismo en cantidad tal, que su acción resulte perjudicial para la salud y la vida; y de todas estas consideraciones resulta que la forma de su acción no es mecánica, á la manera de una puñalada, sino química, y de aquí surge también un concepto que caracteriza esencialmente á los venenos: el de que, en virtud de su composición, no se prestan á ser transformados en partes integrantes de nuestro organismo, ni pueden contribuir á su desenvolvimiento vital.

Las cualidades mortíferas de los venenos les han hecho jugar con frecuencia en la historia un papel importante y desastroso. Los escritores antiguos hablan siempre con espanto de los venenos. Galeno, que vivió en el siglo II después de Jesucristo, dice en su tratado de los contravenenos, que los únicos escritores antiguos que se atrevieron á ocuparse de los venenos fueron: Orpheo el *Teólogo*, Horo, Mendesio el *Joven*, Heliodoro de Atenas y Orato; y él mismo lo hace con mucha prudencia, con objeto, según manifiesta expresamente, de no proporcionar á los hombres vulgares el conocimiento de su preparación, lo que vendría á favorecer el crimen. Plinio es menos escrupuloso, y trató detenidamente de los venenos, así como Nicandro. Según ellos, las cantáridas, las sanguijuelas (por fijarse en el estómago), las liebres de mar (no se sabe qué animales fueran éstos, y sí sólo que Domiciano las empleara para envenenar á Tito), los sapos, las salamandras, las culebras, la sangre de toro en descomposición, que, según se decía, se empleaba en Atenas, y la miel de herakleión, eran venenos procedentes del reino animal. De los venenos vegetales conocían los antiguos: el opio, el beleño, la cicuta (que sirvió para la ejecución de la pena capital), la raíz de acónito (que según la fábula surgió de la espuma del cancerbero, y de la que se servía Calpurnio Bestia, uno de los conjurados contra Catilina, para matar á sus mujeres), el eléboro (que cocido con leche y harina servía á los griegos para exterminar las ratas y moscas, y con el jugo de cuya raíz envenenaban los galos sus flechas), el cólchico de otoño, cuyo nombre procede de que se refería que Medea de Colchis extraía de él sus mágicos filtros; el mecereón, con que se envenenó Cativulco, rey de los evuranos, el ranúnculo, etc. Se conocían muchas setas venenosas y muchas plantas de las familias de las solanáceas y euforbiáceas, cuyas venenosas propiedades debieron ser observadas ya en tiempos muy remotos. Del reino mineral eran conocidos, por sus propiedades venenosas, el arsénico,

en sus dos formas de sulfuro y ácido arsenioso, el litargirio, el albayalde y la cal viva. De los venenos mercuriales se conocía el cinabrio, pero todavía no el sublimado corrosivo.

El ácido prúsico parece que no fué desconocido en la antigüedad, como lo prueba la pena del albérchigo, con la que era castigado, entre los egipcios, el que violaba el voto, exigido á los sacerdotes, de guardar el secreto de su ciencia. Las hojas del albérchigo estaban consagradas al dios del silencio. Plutarco, que ignoraba aquella causa, atribuía este hecho á que dichas hojas tenían la forma de la lengua. Tal vez el agua amarga que los sacerdotes egipcios hacían beber como castigo á las mujeres adúlteras, se obtenía también del albérchigo, y era rica en ácido prúsico. No se sabe en que época comenzó á hacerse uso del arsénico, cuerpo predilecto de los envenenadores de la Edad Media, en cuyas vicisitudes políticas desempeñó un papel importante, y cuyos efectos se solían atribuir á ciertos otros venenos misteriosos y desconocidos.

La política de los tiempos pasados, mucho menos escrupulosa que la actual en sus medios; las rivalidades de las iglesias; los estados sociales, en que el individuo tenía una importancia muy superior á la que se le concede hoy, daban origen á una especie de lucha personal, en que, con una moral por lo general muy relajada, se tendía sencillamente á quitar de en medio á las personas que servían de obstáculo. De aquí que el veneno hubo de aceptarse como un magnífico auxiliar, puesto que no dejaba de su acción la menor huella. Por lo menos así se deseaba y se creía, encargándose la imaginación de adornar á los venenos que gozaban de mayor celebridad, con las propiedades mas sutiles en tal sentido; y en rigor había motivo para tales suposiciones, si bien sólo por efecto del relativo atraso de las ciencias médicas y químicas, que no podían conducir siempre con seguridad á la comprobación de los envenenamientos, una vez producidos. Los envenenadores y las envenadoras, espíritus maléficos jamás aniquilados por completo, tenían, pues, en los pasados siglos un manto que encubría su insana actividad en la falta de desenvolvimiento de las ciencias naturales, y en ciertas épocas sus servicios eran aún tenidos en grande estima.

Nerón tenía su Locusta, que realizó los envenenamientos de Germánico y de Británico, cual ensayos, en pequeño, de su maestría, produciendo en el uno una muerte lenta, y en el otro una muerte instantánea, dejando á Nerón así expedito el camino del trono. Por lo demás, aunque no tan célebres, el número de sus crímenes fué muy grande. Pero antes y después de Nerón, se ha envenenado también á impulsos del miedo, del odio, de la cobardía, de los celos, de la ambición, de la avaricia, y, en una palabra, de todas las malas pasiones, siendo particularmente en las regiones meridionales de Italia y Francia en donde el arte de envenenar se desarrolló hasta adquirir casi la categoría de industria. En Italia se solían ofrecer venenos bajo títulos tan cínicos como los

de *polvos de herederos*, *gotas de sucesión*, etc., y los nombres de Toffana, Geronomia Spara, Brinvilliers, Voisin, Helena Jegado, recuerdan gran número de crímenes horrendos. También se propagó á Alemania esta maldita práctica, ejercida particularmente por mujeres, como en los otros países; pero renunciamos de buen grado á seguir ocupándonos de tales monstruosidades, que si pueden ofrecer algún interés psicológico, no inspiran á la naturaleza humana más que gritos de horror y compasión.

Para nosotros sólo tiene importancia el conocimiento de los medios de que se ha servido el crimen, y acerca de los que la credulidad popular ha formado las ideas más supersticiosas. El temor á estas sustancias misteriosas era tan terrible como su propio uso, y, según hemos dicho ya, excesivo con relación á los venenos mismos. El *aqua toffana*, por ejemplo, debía ser un líquido incoloro y transparente como el agua de manantial, sin olor ni gusto sospechoso alguno, pero que produjera una muerte infalible por consunción. Se tenía la firme convicción de la existencia de recetas para prepararla, y, sin embargo, no se ha podido encontrar ningún testimonio autorizado para admitir que nadie las haya tenido en sus manos. Lo mismo sucede con otros venenos: los modos de preparación que se daban de ellos con productos fantásticos, y según las recetas más complicadas y contradictorias, son muchas veces verdaderos absurdos; y otro tanto puede decirse de lo que se oía acerca de los contravenenos, en cuyo preparado encontró el charlatanismo un campo muy abonado para explotar la ignorancia y la timidez; del *mithiridates* y la *triaka*, los más célebres entre estos últimos, nos hemos ocupado ya. El primero de ambos parece que recibió su nombre por efecto de que Mithrídates, rey del Ponto, se hizo, mediante él, refractario á los venenos, de tal suerte que, cuando fué hecho prisionero por Pompeyo y se quiso envenenar en unión de su mujer é hijos para no sobrevivir á tal ignominia, las tentativas fueron inútiles, pues el veneno no hacía efecto alguno en su cuerpo. La receta cayó en manos de Pompeyo, cuyo médico de cámara perfeccionó la constitución y propiedades de la mixtura, preparando la triaka; la adición principal fué la de la carne de la serpiente que, para escarnio, se arrolló al cuerpo de Cristo en la cruz, y con esto adquirió el poder de contraveneno. Tales dislates eran creídos en aquellos tiempos.

Lo cierto es que los venenos á que se debieron los crímenes de otros tiempos, no son sino los mismos que hoy también conocemos; sólo que no era, como hoy, del dominio del vulgo la acción mortífera de algunos de ellos. En efecto, encontramos con frecuencia en uso los medios más toscos y primitivos, debiéndose considerar como fábulas cuanto se refiere á propósito de cartas, flores, pañuelos envenenados, etc. ¿Y para qué hacían falta tampoco medios tan sutiles, si los médicos y químicos de la época encontraban las mayores dificultades para reconocer con seguridad un simple envenenamiento por el arsénico?

Podemos clasificar los venenos en varios grupos, según la manera de obrar: cierto número de ellos actúan por inflamación que producen en los puntos de contacto cuando son ingeridos, y por consiguiente, en particular, en la mucosa del tubo digestivo; otro grupo actúa químicamente, cambiando la composición de los tejidos, bien por sustracción de agua (de esta clase son, por ejemplo, los ácidos minerales enérgicos, el alcohol, los álcalis y tierras alcalinas cáusticas, etc.), bien que se combine con la albúmina (como el alumbre, el acetato de plomo, las sales de plata, etc.), todo lo cual perturba el organismo; algunos paralizan la actividad nerviosa ó la muscular (alcohol, cloroformo, los narcóticos y los alcaloides en general); otros alteran la composición de la sangre (gas de los pantanos, óxido carbónico, y, en particular, los venenos animales, como el de las serpientes, el carbunclo, la viruela, etc.); por último, hay sustancias venenosas que actúan simultáneamente en varios de los sentidos indicados. De esta diversidad resulta que una misma sustancia no manifiesta siempre sus propiedades venenosas, sino que, por el contrario, en algunos casos es preciso para ello que penetre directamente en la sangre. El veneno de la rabia, de efectos tan terribles, no ha ejercido influencia alguna sobre animales que han comido los despojos de perros muertos de hidrofobia, y es sabido que los cerdos comen sin resultado alguno la carne de la serpiente de cascabel. Tanto los perros como los conejos conservan la vida después de ingerir el *curare*, con el que suelen envenenar sus flechas algunos pueblos salvajes, suponiendo que con el veneno introduzcan en su estómago cierta cantidad de alimentos. Pero si se ata al conejo la vejiga de la orina, de suerte que no pueda eliminarse el curare, sobreviene rápidamente la muerte, y con todos los síntomas de envenamiento por dicha sustancia. La piel humana se hace gradualmente insensible á ciertos venenos por repetidas inyecciones de ellos. Así, la picadura de los mosquitos produce ampollas y hasta una verdadera erupción cutánea entre las personas que no están acostumbradas, mientras que después no se manifiestan efectos tan intensos. Los naturales del Este de Africa no temen ya la picadura de una serpiente cuando una vez han curado de ella, y del mismo modo se observa que los caballos y reses bovinas se suelen acostumbrar á la picadura de la mosca *tsetsé*.

Pero si queremos recorrer ligeramente el campo de las sustancias venenosas, lo mejor es clasificarlas por su naturaleza química. Entre los venenos inorgánicos ó minerales conocemos ya de antiguo los ácidos enérgicos, sulfúrico, clorhídrico, nítrico y el mismo gas cloro, así como los álcalis cáusticos, hidrato potásico, hidrato sódico y las tierras alcalinas, como la cal viva, etc. Todos éstos figuran en último lugar como venenos, pues el peligro de su acción desaparece cuando se los diluye, y como además es fácil reconocer su naturaleza, se puede, por lo regular, acudir á tiempo para contrarrestar aquella acción.

Otra cosa sucede con los venenos metálicos, que aun en pequeñas cantidades son muy dañosos, y cuya absorción, por efecto de ocupaciones y costumbres especiales, tiene lugar á menudo de un modo tan continuo, que resultan de ello los estados patológicos más desdichados. Si bien todo preparado metálico actúa perjudicialmente una vez introducido en el tubo digestivo del organismo humano, existen algunos, en particular, á los que corresponde un lugar preeminente en cuanto á sus propiedades venenosas. Entre ellos hay que incluir desde luego los preparados de arsénico, plomo, cobre, mercurio, y también los de bismuto, antimonio, cinc y plata, sobre todo el nitrato de este último metal, ó piedra infernal. Algunos de ellos tienen menos importancia por su rareza; pero otros (y precisamente entre los últimos se hallan los más peligrosos) están muy difundidos en la Naturaleza, y su empleo para diferentes ramas de industria y hasta en la economía doméstica exige los mayores cuidados. En tal sentido merecen fijar nuestra atención el plomo y el cobre; el primero, no sólo en su forma metálica, sino también en algunas de sus combinaciones, como el litargirio, minio, albayalde, acetato (extracto de Saturno), etc. Todavía son más numerosas las formas de combinación en que se encuentra el cobre.

Es peligroso el uso de vasijas de cobre ó de latón para condimentar alimentos que contengan ácidos ó que puedan dar origen á ellos. En este concepto hay que mirar con un recelo especial á las grasas, pues se conducen como ácidos con los óxidos metálicos, y particularmente con el de cobre, sin que por su condición natural inspiren, por lo general, sospecha alguna. La coloración verdosa que adquieren el sebo fundido, el aceite, etc., en contacto con el citado metal, es la mejor prueba de su poder disolvente. La acción dañosa del cobre se manifiesta más bien, generalmente, en sus combinaciones; sin embargo, el metal mismo da lugar á ellas fácilmente en presencia del jugo gástrico y de algunas materias alimenticias. Así se han producido algunos envenenamientos en la forma característica de inflamación del estómago é intestinos, por la introducción, en el tubo digestivo, de cobre muy dividido, y á tales accidentes están muy expuestos los fundidores, torneadores, etc., de cobre. Tampoco faltan, por desgracia, los casos de envenenamiento por medio de alimentos condimentados en vasijas de cobre, por lo cual en varios países se han dictado diferentes veces providencias legales contra el uso de baterías de cocina construídas con cobre ó latón. En 1744, en París, se obligó á los vendedores de leche á sustituir sus vasos de cobre por otros de madera ó de hoja de lata; en Suecia, el Consejo de Sanidad prohibió también los utensilios de cobre para los usos de cocina; en otros puntos se han limitado á recubrir la superficie interior de los utensilios de cobre con una capa protectora de esmalte ó de estaño, que los hace inofensivos, si bien es mejor reemplazar totalmente el cobre por otros metales, y sobre todo por el hierro.

Pero el metal más temible es el arsénico, arma poderosa de los envenenadores, á la que hay que atribuir la mayor parte, con mucho, de los crímenes achacados al efecto del agua *toffana* y otros venenos sublimes, y que, sin embargo, comen los muchachos y muchachas de la Stiria "para estar sanos y fuertes„. Con seguridad que más de un 90 por 100 de todas las muertes por envenenamiento han sido causadas por el arsénico, que sólo en los tiempos modernos ha encontrado terribles competidores en algunos venenos orgánicos: estricnina, nicotina, veratrina, etc. Pero aun hoy son raros los crímenes debidos á estos últimos, cuyo conocimiento está poco extendido y cuya adquisición es difícil; mientras que el arsénico, como cuerpo que se halla muy difundido en la Naturaleza, y cuyas combinaciones, sometidas á diferentes usos industriales, constituyen un artículo comercial, puede adquirirse con relativa facilidad.

El arsénico es un metaloide que existe en algunos minerales y rocas, aunque generalmente en cantidades pequeñas. Sin embargo, se encuentra abundantemente en algunas menas ó especies metálicas, de las cuales se separa por lo general al beneficiarlas, calentándolas en aparatos de destilación, en cuyas cámaras de condensación se recoge el arsénico, que pasa en virtud de su volatilidad. Por la calcinación y sublimación se combina el arsénico con el oxígeno del aire, originando el ácido, ó, mejor, el anhidrido arsenioso, en cuyo estado se le encuentra en las cámaras bajo la forma de un polvo blanco. Después de purificado constituye una masa vítrea, ó como de esmalte, y así se vende en el comercio; de sus aplicaciones á la fabricación de materias colorantes, como mordiente para el estampado y fabricación de vidrios de colores, etc., hemos ya hablado en el tomo IV de esta obra. Debemos, sin embargo, llamar aquí la atención sobre algunos de éstos, en que el empleo del arsénico puede ocasionar envenenamientos, como, por ejemplo, los papeles pintados, ó pinturas de las paredes de cuyos colores forme parte. En efecto, no sólo la acción mecánica del roce ó del frotamiento puede conducir el arsénico al aire en forma de polvo, sino que también la humedad sobre dichas sustancias puede determinar la formación de gas hidrógeno arseniado. Modernamente se encuentra también arsénico en los colores rojos y pardos más ordinarios, procedentes de la brea. Antes solían también impregnarse con ácido arsénioso las mechas de las bujías esteáricas, y el aire de las habitaciones en que ardían tales bujías no podía menos de ser perjudicial á la salud. No menos peligroso es el empleo de colores arsenicales para el estampado en tejidos, de los cuales fácilmente puede desprenderse y pasar á nuestros pulmones. De aquí la oportunidad de las repetidas leyes prohibiendo la venta de telas coloreadas con el verde de Schweinfurt. Por la misma razón deben también desecharse las pantallas de quinqué, cuyo cartón está pintado con el mismo color. Bien claramente se revelan las mortíferas propiedades del ácido arsenioso en su apli-

cación para el exterminio de los ratones, con cuyo motivo es conocido por el pueblo, habiendo servido muchas veces dicho uso como recurso á los criminales para facilitar y encubrir sus infames designios.

Tomado en pequeña dosis, el arsénico excita en el estómago una sensación dolorosa semejante al hambre, pero á la que pronto sucede una falta completa de apetito; las grandes dósis, ó la respiración continuada largo tiempo de vapores arsenicales, origina los padecimientos más dolorosos, que ocasionan rápidamente la muerte: un sabor sumamente áspero en la garganta, angustia, náuseas, síncopes, una sed intensa, grandes vómitos con quebrantamiento corporal intenso, sudor frío en toda la piel, son los síntomas que le preceden. El óxido férrico, recién precipitado, se ha manifestado como un excecelente contraveneno del arsénico, pues forma con el ácido arsenioso una combinación insoluble en el jugo gástrico, y que puede eliminarse antes de experimentar descomposición alguna ulterior. En tanto que el arsénico no haya llegado á ser disuelto, puede también impedirse su acción sobre la mucosa por medio de cocimientos gomosos, aceite de olivas, etc., ó favorecer su eliminación por medio de vomitivos.

Como quiera que los envenenamientos arsenicales ocurren con mayor frecuencia que todos los demás, es cuestión de la mayor trascendencia su comprobación de un modo que no deje lugar á dudas; es decir, la separación y obtención en estado de pureza del arsénico contenido en las sustancias empleadas para el envenenamiento, si es que puede disponerse de éstas, ó bien en el cuerpo mismo envenenado; y los químicos han consagrado grandes é ingeniosos esfuerzos para encontrar procedimientos que permitan conseguir aquel fin de la manera más segura posible. En efecto; aunque las propiedades del arsénico y de sus combinaciones son tales que difícilmente pueden dejar de ser reconocidas por un observador experimentado, cuando se trata de una acusación de tan extraordinaria gravedad hay que mirar las cosas por todos los lados posibles, y sólo en el caso de que resulten siempre hechos concluyentes, afirmar resueltamente la verdad, pues de otro modo no podría quedar tranquila la conciencia del perito.

Las dificultades de las investigaciones sobre envenenamientos por el arsénico son menores que las responsabilidades que entrañan, y así, aunque los mismos principiantes en trabajos químicos se equivocarían rara vez acerca de su existencia ó no existencia en los cuerpos presentados para su análisis, sólo se atreven, y con razón, á emitir tales dictámenes los químicos más experimentados. Dada la gran difusión del arsénico, existe la posibilidad de una interpretación errónea; puede demostrarse la presencia del arsénico sin que éste proceda del cuerpo supuesto envenenado. Los reactivos químicos empleados en la investigación pueden ser impuros y arsenicales, ó bien pueden haber quedado trazas de arsénico en las grietas del vidriado de las vasijas, si éstas

se han usado anteriormente, etc. De aquí que la primera condición para tales investigaciones químico-legales no servirse más que de reactivos, cuya pureza haya sido antes cuidadosamente comprobada, y que todas las decocciones, evaporaciones, etc., se practiquen en vasijas limpias que no se hayan usado todavía.

Si bien el arsénico es fácil de reconocer en diferentes estados, sólo hay un método que ofrece completa seguridad, que es el de obtenerle reducido al estado libre, y esta obtención del metal puro es, por consiguiente, el objetivo de todas las operaciones de investigación en los casos en que se presupone la existencia de un envenenamiento por el arsénico. En dicha forma elemental y simple se halla el arsénico dotado de tales propiedades, que sólo á él pueden atribuirse, y que hacen poco menos que imposible se le confunda con otro cuerpo. Ofrece este asunto un interés tan elevado, que nos vamos á permitir detenernos en su estudio más de lo que corresponde en rigor al procedimiento de esta obra, dedicando, siquiera sean breves, algunas consideraciones á los métodos y aparatos que sirven para descubrir los envenenamientos por el arsénico.

En los casos de envenenamiento no suele ocurrir, sino rara vez, encontrar el ácido arsenioso sólido, en forma de granos blancos, dentro del estómago, intestinos, en las evacuaciones, etc., para poderlo someter directamente á los ensayos. Es mucho más frecuente que todo el arsénico haya pasado al estado de solución, y que haya, por consiguiente, que rebuscar sus pequeñas huellas en una gran masa de sustancia orgánica. El célebre químico Wöhler ha dado para este objeto una marcha que se distingue por su extraordinaria exactitud, y que vamos á exponer en sus rasgos fundamentales. El método parte de la desorganización de toda la masa que se ha de someter al análisis, después de haberla inspeccionado cuidadosamente por si contuviera algunos granos blancos que pudieran ser de ácido arsenioso, y que se deberían analizar para averiguarlo. Enseña un precepto aplicable á todos los casos del análisis químico, pero particularmente á los de este género, que las operaciones todas deben practicarse sólo sobre una parte del material de que se dispone, con objeto de poder realizar después con el resto, y ante testigos, las comprobaciones necesarias. Supongamos que la tentativa de separar mecánicamente ácido arsenioso no haya tenido éxito. Deberemos admitir que el veneno está disuelto, ó por lo menos íntimamente mezclado al contenido del estómago, intestinos, evacuaciones, etc. Todas estas partes, no permitiendo en tal forma ningún ensayo adecuado, tienen que ser, en primer término, desorganizadas ó disueltas por medio de reactivos enérgicos; bien entendido que estos reactivos han de ser previamente ensayados con el mayor cuidado, por si tuvieran arsénico, y sólo emplearse cuando estén exentos de él. Para mayor seguridad y tranquilidad de espíritu, estos trabajos no deben tampoco verificarse en el

local ordinario de un laboratorio químico, yde todos modos el local elegido debe limpiarse de antemano escrupulosamente. Aun después de encontrar arsénico, habiendo observado en el curso de la investigación todas las precauciones y reglas prácticas necesarias, hay todavía que tener en cuenta que ha podido aquél llegar al cuerpo ensayado por un accidente casual, y muy particularmente por haber usado el interfecto ciertas medicinas que contuvieran antimonio, fósforo, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, cuyas sustancias contienen con frecuencia arsénico como impureza; y aun pudiera haberse usado este mismo como medicamento ó remedio medicinal.

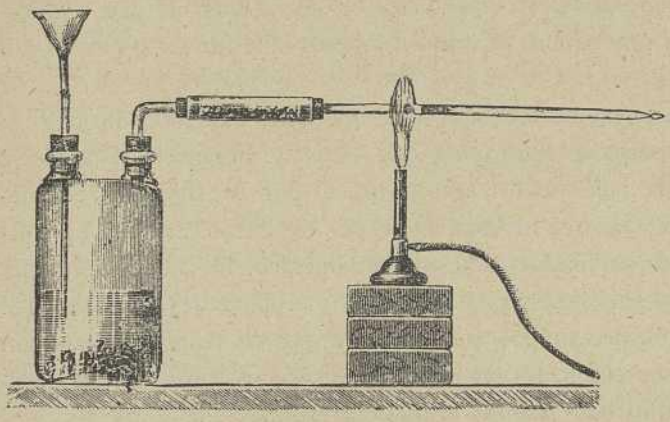


FIG. 177.—Aparato de Marsh.

En el caso de que los ensayos se practiquen sobre cadáveres desenterrados, hay que acordarse de ensayar antes la tierra que rodea la sepultura; pues el suelo contiene á veces indicios arsenicales bien perceptibles, y pudiera haber transmitido al cadáver el veneno.

FIG. 178.—Beleño negro (*Hyoscyamus niger.*)

Iríamos demasiado lejos si penetráramos en detalles acerca de la forma y manera de proceder para poder manejar cómodamente toda la masa sospechosa, reduciéndola por completo á una disolución clara, en la que puede descubrirse con seguridad la presencia ó ausencia del veneno. El líquido filtrado y claro se concentra por evaporación hasta un volumen suficientemente

pequeño, y luego se somete á la determinación del arsénico por los métodos ordinarios del análisis químico. El resultado del ensayo con el aparato de Marsh es considerado como el más decisivo. Todo el arsénico contenido en la masa que se ensaya es reducido al estado metálico en dicho aparato, que consiste en un frasco, en el que se desprende hidrógeno por medio de una mezcla de agua, cinc y ácido sulfúrico. Si efectivamente existe arsénico en la masa introducida en el aparato, forma con el hidrógeno una combinación gaseosa el hidrógeno arsenical ó arseniado, que se descompone después abandonando arsénico metálico, si se le hace pasar, como muestra la fig. 177, por un tubo que se mantiene incandescente mediante una llama que lo envuelve por el exterior: el arsénico se deposita en un anillo metálico especular, como se ve en nuestra figura, donde se encuentra á la izquierda el frasco en que se desprenden el hidrógeno y los gases, que antes de llegar á la parte caldeada del tubo atraviesan por una porción ensanchada, que contiene cloruro cálcico desecado, y donde pierden toda humedad. El espejo negro metálico, cuando es de arsénico, puede volatilizarse, calentando con una llama de gas, y ser así transportado de unas á otras porciones del tubo; el conocido olor á ajos es también un dato característico, que puede servir como decisivo cuando no se ha olvidado en el ensayo ninguna de las precauciones indicadas.

FIG. 179.—Eléboro blanco (*Veratrum album ó Lobelianum.*)

Hemos mencionado ya antes la costumbre de comer arsénico, que, no por ser perjudicial, es menos cierta, al menos entre los estirios, pues se ha demostrado la existencia de aquél en la orina de éstos. Además, es también conocida la acción del arsénico en pequeñas dosis sobre los caballos y otros animales, á los que da un aspecto fino y saludable. De un modo análogo comunica al cuerpo humano apariencias de salud, color á las mejillas y tersura á

la piel. Las consecuencias son, sin embargo, funestas, como sucede en todo estímulo que sale de los límites de lo natural. Una vez acostumbrado á él, no puede ya el cuerpo prescindir de su uso, sin decaer rápidamente hasta un estado deplorable.

Merece citarse, al lado del arsénico, el cianógeno, como uno de los más temibles generadores de venenos. Es el principal componente del ácido prúsico ó cianhídrico, y de varias otras combinaciones que actúan con gran energía sobre los organismos vivientes, y entre las cuales el cianuro potásico es la más conocida.

Fig. 180.—Digital *(Digitalis purpurea.)*

También el fósforo es un veneno muy potente; y como se halla contenido en las cabezas de las cerillas, puede ocasionar fácilmente accidentes desgraciados.

Los venenos orgánicos se diferencian bastante, en su acción, de los inorgánicos; pues más bien que inflamaciones en la mucosa ó destrucciones de tejidos, producen perturbaciones en la actividad muscular nerviosa ó circulatoria, ó bien, penetrando directamente en la sangre, determinan en ésta cambios que son funestos para la vida. Existen numerosas plantas que contienen principios venenosos en sus frutos, flores, hojas ó ramas. La celidonia vulgar, el euforbio, el cólchico, el estramonio, el beleño (fig. 178), la cicuta, el eléboro (fig. 179), el acónito, la digital (fig. 180), la belladona (fig. 181), la cizaña, y hasta la misma lechuga, nos advierten que estamos rodeados muy de cerca de peligros que con frecuencia se ocultan bajo formas muy engañadoras. Y esto no incluyendo entre las plantas propiamente venenosas el tabaco, la adormidera y otras, por más que su acción se deba precisamente á la existencia en ellas de venenos muy enérgicos, y que sólo por existir en pequeña proporción no llegan siempre á manifestarse de un modo mortífero.

Pero los accidentes desagradables que experimentan los jóvenes al fumar furtivamente el primer cigarro, no son otra cosa que envenenamientos, á los que el organismo se habitúa por la repetición sucesiva, del mismo modo que

se acostumbran los estirios á tomar arsénico, hasta tal extremo, que no les produce impresión este veneno mucho más fuerte. Y del mismo modo se conducen una porción de sustancias vegetales usadas en la medicina. A más de las plantas citadas anteriormente, tenemos en el mismo caso la familia de los hongos y setas, entre cuyas especies las hay peligrosísimas. Los principales hongos venenosos son: el agárico rojo (*Agaricus muscarius*), cuyo principio activo, la muscarina, se obtiene hoy también artificialmente y circula en el comercio de productos químicos; el *Agaricus fascicularis* y el *sulphúreus*, que tienen el sombrerillo amarillo, y el *Agaricus squamosus*. El *Boletus lúridus* es bastante conocido, y se distingue por la coloración azul que adquiere después de recolectado, así como por una garganta coloreada generalmente en rojo que presenta en el tubo. Finalmente, son venenosas las especies del género *Cyathus*, *C. vernicosus*, *C. striatus*, así como el *Sphaerolobus stellatus* y la *Peziza*, de un rojo escarlata, la *Russula rubra* y la *Bulgaria inquinans*, cuya última crece sobre la corteza del cerezo. En los huertos suele presentarse, aunque no en cantidad suficiente para que pueda emplearse como alimento, un pequeño hongo venenoso, *Crucíbulum vulgare*, con el que debe tenerse mucho cuidado.

FIG. 181.—Belladona (*Atropa belladona.*)

Los venenos vegetales más potentes se engendran bajo la influencia de los climas tropicales, que en general comunican á las plantas propiedades más activas. ¿Quién no ha oído hablar de los venenosos árboles de Java, del veneno que emplean los naturales de muchos países ultramarinos para comunicar á sus flechas propiedades más mortíferas que las balas de nuestros fusiles?

En California encontramos el arbusto de la hidra, de desarrollo exuberante, y el zumaque venenoso (*Rhus diversiloba*), parecido al anterior, y que en ciertos bosques es tan abundante, que no pueden penetrar en ellos las personas que sean sensibles á sus emanaciones. En el Sur de América existen

varias especies venenosas del género *Strychnos*, con cuya savia concretada se prepara el llamado *corroval* en el itsmo de Panamá, y *curare* ó *urari* en las selvas del Sur del continente; mortífero veneno para las flechas, por cuya misteriosa preparación han adquirido los Makus una fama tan grande, que acuden á comprárselo otras tribus desde largas distancias.

Los naturales de las islas de la Sonda obtienen para sus flechas un veneno parecido al anterior, procedente del jugo lechoso del árbol *upas* (fig. 182), y, tanto aquí como allí, la preparación no consiste simplemente en la concentración del jugo, sino que comprende una porción de adiciones cuyo secreto han logrado pocos conocer. Java, Sumatra y todas las demás islas de las Indias orientales son célebres por sus venenos. En Malabar crece con abundancia especial el arbusto trepador *Menispermum cocculus*, cuyos racimos de bayas de color rojo purpúreo dan los terribles granos de coca de Levante, y cuyo principio venenoso, la picrotoxina (palabra que quiere decir *veneno amargo*, ha tomado nombre del sabor de esta sustancia.

FIG. 182.—Arbol *upas* (*Antiaris toxicaria*.)

El árbol del manzanillo (fig. 183), al que ha dado celebridad *La Africana*, de Meyerbeer, y que fué designado por Linneo con el nombre de *Hippomane mancinella*, porque los caballos que comían sus frutos se hacían indómitos y fieros, existe en todo el grupo de islas formado por las grandes y pequeñas Antillas y la isla de Bahama. Sólo crece en las regiones de la costa, y sobre suelos impregnados de cal, distinguiéndose por su hermosa copa de follaje, y por el agradable color amarillo verdoso de sus frutos redondeados y adornados con manchas de un rojo vivo; pero carece por completo de esos encantos

extraordinarios que se le atribuyen en las decoraciones de la citada ópera, así como es también pura fábula el poder mortífero de sus emanaciones y otras propiedades que de él se cuentan. El árbol del manzanillo es, sin embargo, un manantial enorme de veneno, si bien éste reside sólo en el jugo blanco, lechoso y cáustico de que se hallan llenas la pulpa de sus frutos, las hojas, la corteza, y que, puesto sobre la piel, origina ampollas y úlceras muy vivas. Para arrancar los árboles, emplean los naturales la precaución de tostar previamente su tronco, quemando leña á su alrededor, con objeto de que no les salpique el jugo. Por lo demás, parece ser que los preparados de esta planta han dado gran resultado contra la *elefantiasis*, tan temible en los climas tropicales.

La química ha conseguido determinar y obtener libres los principios venenosos contenidos en casi todas las plantas conocidas por poseer aquella propiedad. Con esto se ha descubierto el hecho notable de que muchos vegetales contienen principios venenosos que son peculiares de cada uno de ellos, mientras que, por otra parte, hay compuestos que se presentan en muchas especies como elemento común. La mayor parte de los venenos orgánicos pertenecen á la numerosa clase de las bases ó alcaloides, algunos de los cuales, como la nicotina del tabaco, la morfina, codeína, narcotina, narceína, etc., del opio, hemos estudiado en el capítulo de los narcóticos, así como la cafeína del café, la quinina de la corteza de quina, y otros en los capítulos correspondientes; pero también hay compuestos orgánicos venenosos que pertenecen al grupo de los glucósidos, como la picrotoxina, de los granos de coca de Levante, la digitalina de la digital, etc. Así como algunas de estas bases orgánicas, tomadas en pequeñas dosis, producen efectos saludables sobre el cuerpo humano, hay otras cuya acción es siempre perjudicial sobre los sistemas nervioso ó muscular, y también en particular sobre la actividad cardíaca, á las cuales corresponde en primer término el nombre de venenos. Son éstas, por ejemplo, la *aconitina*, principio activo del acónito (*Aconitum napellus*); la *aricina*, de la quina de Cuzco; la *atropina*, de la belladona (*Atropa belladona*); la *brucina*, contenida en el haba de San Ignacio, en la falsa angostura y en la nuez vómica, en esta última, junto con la estricnina, que es el principio esencial de las especies del género *Strychnos;* la colchicina, del *cólchico* (*Colchicum*

FIG 183.
Rama, con flores y frutos, del árbol del manzanillo.

autumnale); la *chelidolina*, del *Chelidonium majus;* la *daturina*, en el estramonio (*Datura stramonium*); la *hyoscyamina*, del *beleño (Hyoscyamus niger)*, y que, según algunos, es idéntica á la atropina y daturina; la *solanina*, de las solanáceas, á que pertenece nuestra patata; la *veratrina*, contenida en el *Veratrum album*, etc., etc. Estas combinaciones químicas, caracterizadas por contener los cuatro elementos orgánicos (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno) tienen entre sí una analogía mayor ó menor, de suerte que algunas de ellas no son más que mezclas de otras en diferentes proporciones; se encuentran, bien en las hojas, bien en las semillas, ó ya en la savia de las ramas, raíces y cortezas. La mayor parte, cuando están puras, forman cuerpos incoloros y cristalizables; sin embargo, la *conina* y la *nicotina* son líquidas á la temperatura ordinaria. Su acción sobre el organismo humano es diversa, sí bien la mayoría de ellas obran casi inmediatamente sobre el corazón. Se distinguen especialmente en este sentido la aconitina y digitalina, así como muchos de los venenos de las flechas, como el *corrobal*, del itsmo de Panamá, y el preparado con el jugo del *upas*, en Borneo. En cambio, el *curare*, que modernamente se ha introducido en el comercio, contenido en calabazas ó en pequeños botes de barro, y cuyas propiedades se ha podido, por lo tanto, estudiar con más exactitud, parece no actuar directamente sobre el corazón, sino que envenena los nervios motores, de tal suerte, que cesan todos los movimientos, exceptoel del aparato circulatorio, y la voluntad ordena en vano á los órganos que funcionen, como ha dicho un fisiólogo á propósito de la acción de este veneno. Pero como la respiración depende de una actividad muscular ordenada y continua, con la interrupción de ésta sobreviene también la de la respiración, y, por tanto, finalmente, tiene que cesar también la actividad cardíaca. La *veratrina* es veneno cardíaco, aunque actúa también sobre los músculos; la *conina*, la *nicotina* y la *estricnina*, son venenos del sistema nervioso. La *atropina*, como la *hyoscyamina*, tiene también una acción particular sobre los músculos del ojo, ensanchando la pupila, y no sólo tomada al interior, sino simplemente aplicando exteriormente sobre dicho órgano la más pequeña cantidad. La *physostigmina*, extraída de las venenosas habas del Calabar, tiene precisamente la acción opuesta; es decir, que produce una contracción de la pupila. Ambos medios se emplean en el tratamiento de las enfermedades de los ojos.

Pero los venenos orgánicos no proceden únicamente del reino vegetal; la picadura de la avispa, la mordedura de la serpiente, los resultados que se manifiestan cuando se come la carne de ciertos animales, etc., demuestran que también en el reino animal se engendran, en condiciones normales, sustancias venenosas, de suerte que no es siempre necesario un estímulo patológico, como sucede en la rabia, viruela, etc., para producir tales secreciones. Se ha demostrado una coincidencia notable entre el veneno de las avispas é insectos análogos por una parte, y el de las víboras por otra, de modo que tal vez

puede admitirse que en todos estos casos se trata de una misma sustancia, y que la diferencia que se manifiesta entre unos y otros en la intensidad de los efectos, depende sólo de la cantidad de veneno inoculada.

La generación del veneno corresponde en los animales aludidos á órganos perfectamente determinados. Las glándulas venenosas de las culebras tienen á veces un tamaño relativamente muy grande; así, en una especie (*Callophis gray*) ocupan, con sus conductos eyaculadores, más de la tercera parte del cuerpo del animal. La glándula misma está formada por tubos paralelos, que en el centro, donde el órgano tiene mayor diámetro, alcanzan el número de quince ó más, y que se reunen los que forman cada glándula en un canal que conduce á una gran glándula salival de la mandíbula superior, y desde aquí pasa el veneno al diente, por donde se elimina á través de un ensanchamiento.

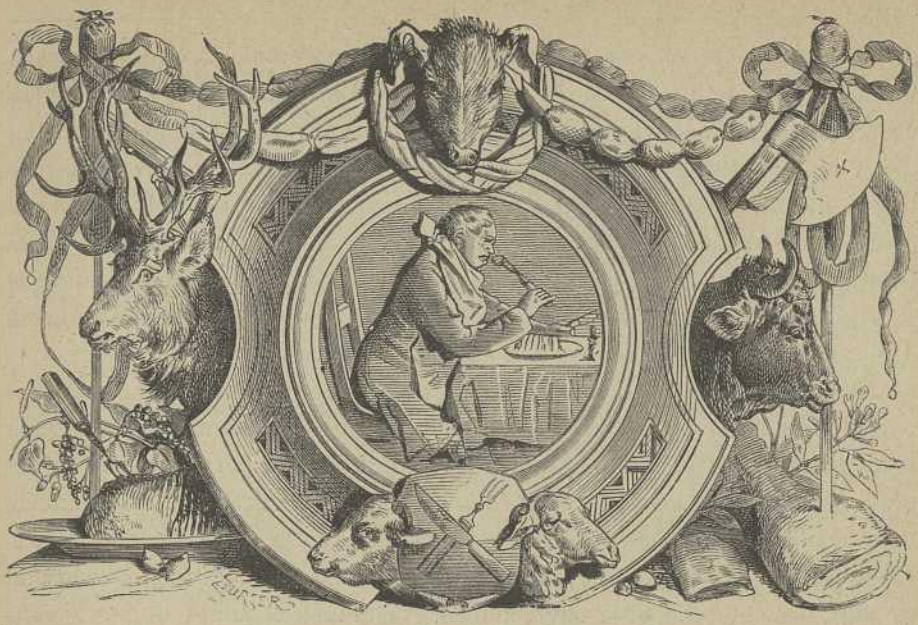
Existen también peces venenosos: sin embargo, no se ha encontrado ninguno en el que se pudiera comprobar la existencia de glándulas secretoras especiales, sino que más bien parece que aquel resultado es sólo efecto de una condición impropia para la alimentación de la carne de algunos animales de este grupo. En tal concepto son dignos de mención los géneros *Diodou* y *Tetrodon*, en la familia de los *gymnodontes*, la familia de los *ostracios*, de la clase de los *sclerodermos*, y un número considerable de otras especies, cuyo uso trae consecuencias perjudiciales, al menos en ciertas épocas. Pero tal vez esta acción desagradable sea más bien debida á un estado general de descomposición, que á la presencia de una materia venenosa determinada; es decir, que se trate de un movimiento de descomposición que, propagándose al organismo sano, determine en él asimismo fermentaciones contrarias á la vida, aunque también pudiera existir algún veneno sobre cuya naturaleza química no tuviéramos conocimiento, como sucede en el virus de la rabia, el de la viruela y en otras sustancias inoculables análogas.

Los venenos sépticos ó pútridos que forman toda una clase, son probablemente muy parecidos á los anteriores, pues los efectos producidos por dichos venenos cadavéricos, y los de los despojos de animales muertos del carbunclo, manifiestan entre sí una coincidencia muy grande en más de un concepto. Pero estos venenos, lo mismo que el *curare* y demás empleados en las flechas, sólo parecen ofrecer peligro cuando penetran directamente en la sangre; por lo menos, se ha hecho la observación de que los perros no sufren consecuencia alguna por comer despojos de animales atacados del carbunclo. Modernamente se han extraído también bases orgánicas nitrogenadas que actúan como venenos, tanto de los cadáveres humanos en putrefacción, como de la carne de pescados muertos, habiéndoseles dado el nombre de *ptomainas* é investigado exactamente su naturaleza.

La historia de los venenos, historia de hechos misteriosos, terribles y cri-

minales, está llena, en general, de errores y supersticiones. Así no es raro encontrar entre ciertas gentes la idea de que no es posible á la misma química descubrir los venenos vegetales más enérgicos, como estricnina, nicotina, etc., y de esta opinión debió participar el conde Bocarmé, que estudió tanta química con el solo objeto de envenenar á su esposa, pudiendo preparar por sí mismo la nicotina necesaria para ello; pues de haber profundizado más en sus estudios, hubiera previsto también la posibilidad de que fuera descubierto el veneno; la química tiene medios para reconocer en todo caso si una sustancia dada contiene algún compuesto venenoso, y cuál sea éste.

Después de hablar de los venenos, algo debemos decir de los contravenenos. No es necesario que advirtamos que con dicho nombre deben entenderse designados tan sólo los remedios ó procedimientos profilácticos que evitan ó contienen la acción de un veneno después de ingerido, haciendole salir de nuevo del cuerpo antes de que hayan podido iniciarse sus efectos. Contravenenos en el sentido de la antigua triaka y mithridates no existen, ó, lo que es igual, existen sólo en la imaginación del vulgo sin instrucción, que al infinito campo de sus temores opone otro no menos indeterminado de esperanzas. El nombre de contravenenos puede aplicarse real y efectivamente á las sustancias que alteran químicamente la composición de los venenos, de tal suerte que no puedan ya éstos ejercer acción alguna perjudicial. Así actúa, por ejemplo, el hidrato férrico gelatinoso recién precipitado sobre el ácido arsenioso, pues forma con éste una combinación insoluble en el jugo gástrico, y que es eliminada del cuerpo por las vías naturales. Pero precisamente para los venenos orgánicos tales contravenenos no se conocen sino sólo en algún caso raro, y en la inmensa mayoría de ellos no queda á la medicina otro camino que el de combatir separadamente los síntomas ó consecuencias del envenenamiento; método poco racional seguramente.



LA CARNE Y SU APROVECHAMIENTO

La carne es el mejor alimento.—Del gran número de animales comestibles.—Composición química de la carne.—Los principios solubles contenidos en el jugo de la carne son los verdaderamente nutritivos.—Caldo y extracto de carne de Liebig.—Método de preparación en Fray-Bentos.—Caldo común.—La sangre.—Influencia de la cebadura sobre la carne.—Cambios que experimenta ésta por las diferentes preparaciones que sufre: desecación, ahumado, salazón.—Método de Appert para la conservación.—El preservador de Von Rom.—Otros procedimientos.—Aplicación de éstos al aprovisionamiento de las tropas en tiempo de guerra.- Salchicha de guisantes.—Otros aprovechamientos ulteriores del cuerpo de los animales.—Elaboración de los despojos de éstos para la fabricación de abonos, gelatina, albúmina, etc.

La carne es, entre las sustancias alimenticias, una de las que tienen mayor importancia para el hombre, pues siendo el fin general de la alimentación suministrar al cuerpo los principios apropiados para asegurar su conservación y crecimiento, y, por consiguiente, para renovar ó acrecentar la materia de sus órganos, deben prestarse mejor que otras á este fin las que en virtud de su naturaleza química exijan menores transformaciones para convertirse en sustancia muscular, sangre, grasa, huesos, etc., de que está constituído nuestro organismo. Ya hemos dicho antes que el organismo animal

se halla sometido á pérdidas incesantes en dos sentidos; de un lado pierde visible y continuamente de su peso por la eliminación de cantidades no despreciables de materia en forma de secreciones diversas, porciones desprendidas de la epidermis, el pelo que se renueva, las uñas, etc., etc.; pero, además, todo esfuerzo, toda manifestación de su actividad muscular, le cuesta una cantidad de sustancia de la que forma los músculos, correspondientes al trabajo mecánico realizado, pues éste no puede originarse de la nada, y lo mismo sucede con la actividad del pensamiento, la voluntad y la sensibilidad, actividad que entraña una renovación material en los órganos que intervienen en las funciones correspondientes de nuestro organismo interno. El cuerpo, la parte material del ser humano, no se halla en su funcionamiento fuera de las leyes mecánicas que reinan en el Universo; se conduce, por el contrario, como una máquina cualquiera, y, como ésta, sólo puede realizar una comunicación de movimiento ó transformación de la fuerza que en la materia reside, pero en modo alguno puede crear la menor porción de ella. De aquí que, para producir más, tiene que consumir también más. Por último, el cuerpo humano pierde también constantemente calor por radiación al aire exterior más frío, y esta última pérdida, aunque no podamos hoy demostrarla con la balanza, no deja de tener gran importancia, pues no se trata sólo de la comodidad, sino que la existencia toda del hombre, como tal, depende de la conservación de su temperatura propia. Ahora bien; este calor se engendra, como todos sabemos, por efecto de las transformaciones químicas, cuyo foco principal son los pulmones, en donde se quema el carbono sobrante contenido en la sangre. Toda pérdida de calor es, pues, también una pérdida material, pues sólo puede compensarse por el suministro á la sangre de una cantidad correspondiente de carbono que venga á quemarse de nuevo; y esto sólo es posible mediante la alimentación. Resulta que los alimentos más preciosos para el cuerpo han de ser los que le aporten las mismas sustancias que consume durante su actividad normal, y en las mismas proporciones en que son consumidas, suponiendo además que posean la condición de poder penetrar, mediante transformaciones sencillas, en el círculo de la organización y de la vida. Ahora bien; la carne satisface por completo todas estas condiciones, siendo tan sólo el pan y la leche las sustancias que se acercan á ella en tal sentido. Se comprende fácilmente que la circunstancia que influye en primer término en este valor relativo de los alimentos, es la composición química. Por ella podrían competir con la carne los frutos de algunas leguminosas, como guisantes, habas, lentejas, que contienen todavía más albúmina que aquélla. Pero la albúmina de los alimentos vegetales no es tan apropiada como la de los animales para ser asimilada por nuestro cuerpo, y, además, la carne, entendiendo por ella principalmente la masa muscular, contiene cierto número de componentes que actúan de un modo beneficioso sobre el organismo, más bien como estimulantes de

la vida que como alimentos, en el sentido estricto de la palabra. De aquí que, á pesar de la oposición de los partidarios del régimen vegetal, la carne es siempre considerada como uno de los alimentos más completos.

El problema de hacer carne con carne se ofrece muy fácil á los agentes químicos encargados de su resolución en el interior de nuestro cuerpo, pues los principios inmediatos que componen este alimento parecen ofrecer una aptitud para transformarse, mayor que ninguna otra sustancia orgánica, tanto para la organización como para la desorganización. En efecto; si consideramos, por ejemplo, las transformaciones químicas de cualquiera de éstas, azúcar ó almidón, observaremos que, en general, no nos será posible imprimirles una dirección tal que conduzca de nuevo al punto de partida; así podremos convertir el almidón en azúcar, pero con éste no podemos regenerar el almidón. Pues bien: los componentes de la carne son, al parecer, capaces de semejantes metamorfosis retrospectivas.

Estas variadas aptitudes colocaron también la carne entre los alimentos que el hombre se proporcionó desde un principio, guiado por el instinto. Su empleo es probablemente anterior á la alimentación vegetal; y si extendemos nuestra mirada á los diferentes pueblos de la tierra, casi no encontraremos animal alguno que, siendo suficientemente grande y pudiendo ser cazado con alguna facilidad y en cantidad bastante, no haya servido para satisfacer la voracidad humana.

Las razas completamente salvajes ingieren casi todo lo que está al alcance de sus medios de caza, relativamente imperfectos; y al leer las costumbres alimenticias de los indígenas de la Australia y Sur de América, se llega á dudar que estos hombres conozcan ni de muy lejos la sensación del asco: hormigas, insectos de todas clases, reptiles los más variados, larvas, y hasta los gusanos mayores y más repugnantes para nosotros, son comidos por ellos con deleite. Los negros del Surinam comen los nauseabundos sapos que se crían en aquel país. Parece como si para estos paladares no existieran diferencias de sabor, y que la elección de alimento esté supeditada tan sólo á la cantidad en que se ofrezca uno ú otro. Sin embargo, no es completamente necesario fijarse en pueblos de tan escasa cultura para que la sorpresa nos haga exclamar: "¡Qué cosas se comen!„ Los chinos, de civilización tan elevada, realizan en este sentido cosas estupendas. Prescindiendo de que entre ellos se come con extraordinaria afición cualquiera clase de ranas, donde quiera que se encuentren, en las mesas chinas se sirven perritos, gatitos, ratas asadas, y hasta las aletas de tiburón pasan como un bocado exquisito. En las regiones polares se come la carne y la grasa de la foca; las fauces de ballena son para los habitantes de dichos países de un gusto agradabilísimo. No es extraño que se encuentre de buen gusto la carne del reno; pero otra cosa es la de la zorra, que, sin embargo, se come también en las regiones más septentrionales. La

carne de los animales carnívoros es, en general, mucho menos estimada que la de los herbíboros, y esto tiene su explicación en que los primeros segregan todos sustancias de olores muy penetrantes, y de aquí que su carne suela tener un gusto desagradable. El oso, cuyos jamones se comen á veces como rareza, no se alimenta exclusivamente de animales. En los países cálidos, los monos, los murciélagos (de los cuales en Timor hay una especie muy grande y que gusta mucho), las culebras, los lagartos (en Manila y en China se atribuyen propiedades muy nutritivas á la sopa de carne del cocodrilo), etc., son manjares que no encuentran fácilmente acogida entre los europeos.

Las naciones civilizadas se limitan á comer la carne de ciertas clases de animales, escogidas para este objeto. Algunos crustáceos, varios rumiantes del género *Ovis*, el cerdo, ciertas especies de aves y algunos peces, forman el contingente principal, cuyas carnes nos sirven de alimentación. A ellos hay que añadir algún número de animales de caza y pesca que, sin embargo, entran en una proporción sumamente pequeña con relación á las anteriores. La aversión que suele tenerse á la carne de caballo procede verosímilmente del carácter sagrado que en tiempos primitivos se atribuía á este animal.

No carecerá de interés la comparación de la carne con los demás alimentos, en cuanto á las cantidades consumidas Para ello elegiremos los datos suministrados por la villa y corte de Madrid para su alimentación.

Durante el año oficial de 1888-89 se consumió en ésta:

Trigo	309.181,48	quintales.
Cebada	241.490,29	—
Centeno	29,41	—
Harina de trigo	182.299,63	—
Idem de cebada	298	—
Legumbres secas	14.621,07	—
Pan elaborado	9.836,33	—

Pero, además, se consume también una cantidad considerable de otros alimentos vegetales: arroz, maíz, sémolas y otros productos cereales; azúcar, chocolate, vinos, licores, etc., sobre los cuales no existen datos tan precisos. Los artículos de procedencia animal fueron los siguientes:

Caza:

Caza mayor	3.934	kilogramos.
Conejos y liebres	160.295	piezas.
Gamos	417	—
Perdices	60.646	—

Animales domésticos:

Tostones (cochinillos de leche)	2.243	piezas
Borregos vivos	184	—

Cabras vivas	212 piezas.
Corderos lechales vivos	727 —
Cabritos lechales vivos	74 —
Grasas animales	41.223 kilos.
Carne de toro	44.045 —
Vaca	1.846 —
Ternera	755.843 —
Cordero	478.195 —
Cabrito	44.379 —
Fresco de cerdo	1.471 —

PROCEDENTES DEL MATADERO

		KILOGRAMOS
Vacas sacrificadas	82.514	15.226.075
Terneras »	24.906	1.088.842
Carneros »	69.670	804.110
Ovejas »	20.153	290.235
Corderos »	101.094	1.098.296

En las poblaciones pequeñas, el consumo de carne es menor, y en el campo hay comarcas en que sólo excepcionalmente se sirve á la mesa este importante artículo alimenticio.

A continuación copiamos una tabla del consumo medio de carne por año é individuo, en las naciones y ciudades que se citan, y de las cuales hemos encontrado antecedentes:

	KILOGRAMOS		KILOGRAMOS
Prusia	17,372	Magdeburgo	48,500
Sajonia	20,835	Berlín	57,000
Baden	25,500	Coblenza	70,000
Cantón de Thurgau	19,500	Francfort	76,000
Francia	19,700	Mónaco	64,500
Inglaterra	93,000	Viena	75,500
Bélgica	42,230	París	59,495
Münster	25,860		

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE

Cuando se deseca en una estufa la carne fresca de buey, quitándole, por lo tanto, el agua que contiene, disminuye de un modo considerable el peso de la masa, reduciéndose próximamente á un cuarto del valor primitivo. La proporción de agua asciende, en algunas clases de carne, hasta un 78 por 100, y todavía más en algunos peces, en que llega al 84 por 100. La mayor parte de este agua puede separarse por la simple compresión de la carne, obteniéndose así un líquido coloreado en rojo por una pequeña cantidad de sangre mezcla-

da, cuyo líquido tiene el sabor característico del caldo, y se llama jugo de carne. Por otra parte, pueden también extraerse los principios solubles de la carne sometiéndola, dividida en pequeños trozos, á repetidas lociones con agua ligeramente acidulada. En el jugo de carne se hallan contenidos todos los principios solubles de ésta, diversas sales de potasa, fosfatos, etc.; cuerpos albuminoideos, inosita ó azúcar muscular y ciertos compuestos nitrogenados, semejantes á los álcalis, creatina y creatinina, que pueden separarse en hermosos cristales.

Lo que resta de la carne, después de separar completamente todas las partes solubles, es una mezcla de grasa, fibra muscular, tejidos diversos, y tal vez también materia ósea y cartilaginosa. Todas constan, en su mayor parte, de fibrina, que por sí sola es completamente insípida; el gusto que caracteriza á la carne sólo es engendrado, de una parte, por los principios solubles contenidos en el jugo de ella, y de otra, también por las sustancias originadas en virtud de los diversos tratamientos á que la carne se somete; es decir, las sustancias líquidas ó solubles, pues sólo ellas tienen importancia en cuanto á su acción sobre los nervios gustativos, y todavía en mayor grado las volátiles, que impresionan los nervios olfatorios. Los principios solubles de la carne son también los que determinan en primer término su valor alimenticio, si bien no con el exclusivismo con que el célebre Liebig refería este poder á la proporción de sales contenidas en el jugo, y que él llamaba sales nutritivas. La necesidad de proporcionar á nuestro cuerpo alimentos minerales encuentra satisfacción tan cumplida en casi todas las formas de la alimentación, que no es preciso acudir especialmente para ello á la carne. Tampoco carecen en absoluto de valor alimenticio los principios contenidos en la carne, y que no se disuelven por completo en el agua en las condiciones ordinarias. La carne cocida ó lixiviada, cuando se come sin el caldo extraído de ella, es, sin embargo, un alimento de muy malas condiciones; en cambio, tampoco puede sustituir completamente á la carne sólida ningún extracto, por muy concentrado que sea. Para los enfermos, la forma líquida en que mediante ellos se suministran á su cuerpo las sustancias alimenticias, es una condición muy importante, y por ello merecen toda nuestra atención los consejos dados por Liebig para preparar un caldo concentrado. Según dicho sabio, se debe dejar en maceración, por espacio de una hora, la carne cruda, menudamente partida, con agua fría, á la que se añade algunas gotas de ácido clorhídrico, y después se agota por completo dicha carne por loción con agua destilada. Se obtiene así un líquido rojo que posee las propiedades de un excelente caldo. Calentado hasta la ebullición, se coagulan las sustancias albuminóideas disueltas en él, que forman espuma y pueden separarse. El líquido que resta puede colorearse con algo de azúcar quemada, para no contrariar la costumbre que se tiene de ver con color amarillento el caldo ordinario.

EXTRACTO DE CARNE

El jugo de carne puede concentrarse por procedimientos apropiados, dándole una forma en que es fácil la exportación, y que además permite conservarlo sin alteración años enteros. La redisolución de este extracto en agua hirviendo produce entonces un caldo que puede reemplazar por sus propiedades á un caldo ordinario y bueno, obtenido con carne fresca.

En la práctica, ha alcanzado modernamente este hecho gran importancia, pues por su aplicación ha sido posible aprovechar esas inmensas cantidades de carne que se crían en Buenos Aires, Méjico, Australia, Podolia, y en muchas regiones del Norte de América, etc., y que allí apenas tienen valor alguno, para la alimentación de otros pueblos en que hay escasez de carne. Hasta aquí no se utilizaban los enormes ganados de toros y carneros de dichos países, más que para aprovechar las pieles, y si acaso también, la grasa y la materia córnea; la carne muerta en grandes cantidades, era casi toda arrojada como cosa inútil. Hasta hace poco tiempo, en las regiones accesibles de la Nueva Gales del Sur (Australia), no costaba la libra de la mejor carne de buey más que medio penny (poco más de cinco céntimos de peseta).

En la América del Sur encontraron tan buena acogida las repetidas excitaciones de Liebig, que se estableció una fabricación industrial de extracto de carne, como resultado de la cual se hicieron ya en 1865 algunas remesas á Europa. Las fábricas se hallan establecidas en Fray Bentos (Uruguay) y acerca de ellas dice R. Wagner, en su Memoria anual sobre los progresos de la tecnología química de 1869, lo siguiente: "El edificio de la nueva fábrica ocupa una superficie de cerca de 2.000 metros cuadrados, y tiene una techumbre de hierro y vidrio. Al entrar en él, se llega en primer término á una espaciosa sala, cuyo suelo se halla pavimentado, y que se mantiene siempre oscura, fresca y cuidadosamente limpia: aquí se pesa la carne. Desde esa sala se conduce la carne por carriles á otra pieza inmediata, en la que hay instaladas cuatro gigantescas máquinas cortadoras, movidas á vapor, inventadas por el gerente de la Sociedad, Sr. Giebert; cada una de estas máquinas puede cortar en una hora la carne de 200 bueyes. La carne dividida colócase en los *digestores*, construídos de plancha de hierro dulce, y cada uno de los cuales puede contener unos 6.000 kilogramos; en 1869 había ya nueve de estos digestores, pero después ha aumentado su número. La carne es digerida aquí por medio de vapor de agua, comprimido á cinco atmósferas. El líquido así obtenido pasa, á través de tubos, á una serie de aparatos de una construcción especial, en los que se separa del extracto la grasa que contiene. Todo esto se hace en caliente, pues en cuanto tiene lugar un pequeño enfriamiento, se inicia rápidamente la descomposición. Los separadores de la grasa se hallan instalados en un

local situado en piso bajo, muy extenso y de 18 metros de altura; bajo de ellos se halla una serie de cinco aparatos clarificadores, de hierro, con una capacidad de 1.000 gallones cada uno (ó sean unos 4.545 litros), y que funcionan por medio del vapor á alta presión, y por el sistema de tubos de Hallet. En estos grandiosos y magníficos aparatos se eliminan la albúmina, la fibrina y el fosfato de magnesia. Desde aquí se hace subir el extracto de carne líquido á dos recipientes, situados á seis metros de altura sobre las calderas de clarificación, en cuyo trabajo se emplean dos máquinas de vapor, de 30 caballos de fuerza. Desde dichos recipientes pasa el líquido, después de filtrado, á unas calderas de evaporación, entre las que hay cuatro colosales, en un espacioso local; en dichas calderas se obtiene cierta concentración rápidamente, y á temperatura poco elevada; la concentración ulterior se produce en una sala bien ventilada, y que se mantiene muy limpia, para lo cual se cubren todos los huecos de las ventanas y puertas con una gasa fina, que impide la entrada del polvo y de los insectos. En esta sala hay cinco calderas de acero, con discos de la misma materia, que giran en el seno del extracto líquido contenido en aquéllas. Mediante estos discos, que son en número de 100 por cada una de las cinco calderas, se obtiene un aumento enorme de la superficie de evaporación. Se continúa ésta hasta que la masa adquiere una consistencia pastosa, y después se introduce la misma masa en potes, en los que se deja hasta el día siguiente. Al cabo de este tiempo, se vierte de nuevo en recipientes de hierro colado, que pueden contener 5.000 kilogramos de extracto, y que se calientan al baño de María; en ellos se "descristaliza„ la masa, que adquiere una estructura homogénea; y, por último, después de ensayada por el químico de la fábrica, bajo cuya dirección se verifican todas las operaciones, se tiene ya preparado el extracto. El carnicero de la fábrica mata por hora unos 80 bueyes; con un pequeño cuchillo de dos filos les corta la columna vertebral, cayendo instantáneamente el animal, colocado sobre un pequeño carro. Por medio de carriles se conduce entonces á un sitio donde hay 150 operarios ocupados en quitar la piel al animal muerto, disponiéndolo para las operaciones posteriores.

Además de la de Fray-Bentos, existe también en Montevideo una fábrica de extracto de carne de Buschenthal y Compañía, cuyo producto puede ponerse, sin desmerecer, al lado del obtenido en Fray-Bentos, según resulta de los análisis practicados.

Los datos consignados acerca de las fábricas hacen ya sospechar cuán grande debe ser la masa de carne, de que se hace un empleo tan útil en dichos establecimientos durante un año, por ejemplo; pero añadiremos que en el año 1865 la producción de extracto de carne en Fray-Bentos ascendió á unos 25 ó 30.000 kilogramos, y que, á consecuencia del acrecentamiento introducido en toda su labor, puede calcularse en medio millón de kilogramos la cantidad

obtenida en el año 1868. Como quiera que un buey no da más que de cuatro á cinco kilogramos de extracto por término medio, resulta que para esta cantidad se necesitó sacrificar unas 175.000 cabezas de ganado bovino, cuyo número no llega apenas á la vigésima parte del que se sacrifica anualmente en La Plata y en el Brasil, á un precio medio de 48 pesetas 75 céntimos por cabeza. Tal vez no bajen de 70 millones de carneros, y 22 de cabezas de ganado mayor, los que existen en el Sur de América. No son menos considerables los rebaños de que se puede disponer en la Australia, y cuya carne no se utiliza tampoco más que en parte.

Se ha exagerado muchas veces el valor real del extracto de carne. El poder alimenticio de ésta no depende sólo de los principios contenidos en su extracto, sino, como ya se ha indicado también, muy particularmente de las sustancias protéicas ó albuminosas, de la fibra muscular hecha soluble por la acción del jugo gástrico, de la grasa y gelatina que contiene, y, en una palabra, de una multitud de componentes que no se encuentran ya en el extracto aludido. Esto no quiere decir que dicho preparado no tenga gran valor, sobre todo por la facilidad de ser transportado; y siempre resulta una conquista económica el hecho de que hoy se preparen ya grandes cantidades de extracto de carne en la misma Australia, y no sólo con las reses semisalvajes, sino también con las que se crían expresamente á pasto.

Por lo demás, no debe confundirse en modo alguno el extracto de carne obtenido en la forma descrita con el caldo común, que desde muy antiguo se suele preparar. El *caldo sólido*, aunque en un principio pudiera responder, hasta cierto punto, al mismo fin de reunir en forma concentrada, duradera y fácilmente transportable los principios más nutritivos de la carne, era en sus primeros tiempos un producto muy inferior como alimento, pues su preparación se fundaba en un concepto completamente erróneo acerca de la naturaleza química del jugo de la carne. Esto aparte de que empeoró más y más con el tiempo, por efecto de las falsificaciones, para las que los fabricantes encontraban ocasión en dichos errores.

Cuando se cuece largo tiempo la carne con agua, se origina con los ligamentos que acompañan al tejido muscular, una gelatina que se disuelve y que hace al caldo consistente cuando se coagula por el enfriamiento. Ahora bien; en otros tiempos se consideró esta gelatina, en cuya composición entra realmente el nitrógeno, como el principio nutritivo por excelencia de la carne; y como se creía que la coagulación del caldo era señal de su concentración, de aquí que se hiciera cocer la carne el mayor tiempo posible. Se obtenía con esto líquidos muy cargados de gelatina, pero que, en rigor, no sólo no eran más alimenticios que el caldo obtenido de la misma carne en el primer cuarto de hora de la cocción, sino que más bien lo eran menos. No tenía, por consiguiente, nada de extraño que los fabricantes de caldo sólido concibieran

la idea de dar lugar á una formación abundante de gelatina por medio de la ebullición, y hasta de reforzar sus caldos adicionándoles gelatina purificada y de cualquiera otra procedencia. Así se fueron originando gradualmente los conocidos caldos de mesa, que casi no estaban más que constituídos por gelatina pura, y cuya falta de valor alimenticio demostraba la experiencia á cada paso, dando lugar á que se iniciara su descrédito entre el mismo público consumidor. Pero sería injusto que la condición defectuosa de este producto primitivo sirviera para recibir con prevención el extracto de carne de Liebig. De un modo análogo que en el caldo de mesa, encontramos en otras varias sopas preparadas con cartílagos, con aletas de peces, carne de tortugas, etc., una gran cantidad de gelatina, siendo consideradas como especialmente alimenticias por su condición viscosa y consistente. No es necesario decir que, para avalorar con exactitud dichos productos, hay que tener en cuenta las mismas consideraciones expuestas á propósito de los caldos ordinarios gelatinosos, y otro tanto sucede con las jaleas y varias preparaciones de carne de animales recién nacidos, todavía blandos. como el cervatillo y otros, que se han considerado como de un poder nutritivo extraordinario, y que, sin embargo, carecen de valor en tal sentido.

La sangre es un componente que no falta nunca en la carne. Contiene próximamente 78 por 100 de agua y 22 por 100 de materia sólida, que, á su vez, consta de 20 partes de albúmina y fibrina, una y un tercio de grasa y azúcar, y unos dos tercios de sustancias minerales. Entre estas últimas desempeña el papel más importante el hierro, el cual es esencialísimo para la formación de los *glóbulos rojos*, que podemos observar con ayuda de un microscopio como cuerpos sueltos flotantes en un líquido incoloro. Este líquido incoloro (suero) contiene disuelta una albúmina especial, que hoy se extrae en grandes cantidades para fines industriales, principalmente para el estampado en ciertos tejidos, sustituyendo á la clara de huevo que antes se empleaba.

Es evidente, por otra parte, que la composición centesimal de la sangre, así como la del jugo de la carne, es muy variable, según las clases de animales, y aun en un mismo animal, según las edades. También varían las cantidades en que entran á constituir la carne los diferentes principios sólidos, conforme á las costumbres, la alimentación, etc., que dan lugar en los diferentes casos á que se originen unos principios inmediatos de preferencia á otros. La carne de la caza de monte es de composición semejante á la de buey, que hemos consignado anteriormente, sólo que contiene menos grasa. En general, la cantidad de grasa es mucho menor en la carne de los animales salvajes que en la de los domesticados, en las aves menor que en los cuadrúpedos, y en los individuos jóvenes menor también que en los viejos. Para los animales salvajes existe una época en el año en que su carne es más grasa, mientras que en los animales domésticos no tienen lugar estos cambios en la

condición de su carne, pues no se hallan sometidos á las causas que los determinan en aquéllos, tales como la emigración de las aves, la escasez de alimentos en el invierno y primavera, etc.

Al visitar una Exposición agrícola nos encontramos muchas veces desagradablemente impresionados, viendo la influencia degeneradora que la domesticidad ejerce sobre el aspecto exterior de los animales que más de cerca rodean al hombre. Hay para sorprenderse cuando vemos una masa cilindrácea redondeada que se mueve de un modo apenas perceptible, y que, según el catálogo, es, por ejemplo, un cerdo de Essex; y, efectivamente, el gruñido de aquel animal está en armonía con las instrucciones de dicho catálogo; pero, aparte de esto, ninguna otra circunstancia nos hace recordar las numerosas crías de lechoncillos que pueblan las granjas, y que, si no puede decirse que tengan una figura muy graciosa, no carecen tampoco de animación y viveza. Nuestro sentido estético rechazará, sin duda, esta consecuencia leal y positiva de una determinada educación; pero tal vez á nuestro lado veremos radiante de alegría al propietario de aquel animal (premiado por su valor alimenticio), calculando muy cuerdamente que la carne de su cerdo excede en un 40 ó 50 por 100 á la de otro no sometido á la cebadura.

Este acrecentamiento del valor alimenticio como resultado del cebo, no tiene por base un simple aumento de grasa, sino más bien una reducción de la proporción de agua contenida en la carne. En efecto: en la de los corderos no sometidos á la cebadura existe hasta un 62 por 100 de agua, mientras que cuando han sufrido la influencia de este régimen, dicha proporción desciende muchas veces hasta un 49 por 100; en los carneros la proporción varía desde 58 hasta 33 por 100, que corresponde al cebo máximo; la carne de buey ordinaria contiene generalmente hasta tres cuartas partes de agua, mientras que la de un buey bien cebado no debe contener más que 46 por 100; y, por último, en la carne de cerdo la proporción de agua que el comprador paga como carne desciende desde 56 por 100 hasta 39 bajo la influencia del régimen aludido.

La carne de los peces contiene, en general, menos grasa; sin embargo, existen algunos, como el salmón, la anguila y el arenque, que se separan del resto y contienen una proporción de grasa considerable, que varía con las estaciones.

Cuando antes hemos hablado de la composición de la carne, nos hemos referido á la carne muscular pura, libre de grasa, vasos y nervios, tal como se ofrece, mejor que en ningún otro, en el músculo lumbar de los cuadrúpedos.

La carne común de los mercados sólo en parte se halla constituída por esta carne muscular pura, conteniendo además otras sustancias de menor valor alimenticio, el cual depende particularmente de la parte del cuerpo de donde se

ha tomado la carne, lo que se tiene ya en cuenta en el precio que se le asigna. Los ingleses, como buenos calculadores, nos han dado desde muy antiguo el ejemplo de esta distinción bien justificada. Remitimos á nuestros lectores al tomo III de esta obra, donde se trata del particular.

COCCIÓN Y ASADO

En la mayor parte de los casos, la carne destinada á la comida se somete á una preparación especial; pues si bien es, aunque esté cruda, un alimento bastante fácil de digerir, bastaría la consideración de que dicha carne cruda puede muy bien ser vehículo de gusanos intestinales, trichinas, etc., para justificar una preparación adecuada, sobre todo mediante la acción del calor, que es también conveniente por otros motivos; en efecto, el calor transforma en parte, los ligamentos contenidos entre las fibras musculares, en gelatina, que es soluble, y á esto tienden tanto la cocción como el asado. Pero además concurre en ambas clases de preparación otra circunstancia importante: la de que por consecuencia del calor experimenta una modificación la misma fibra muscular; se contrae y se aprieta de tal suerte, que comprime y expele á la superficie el jugo que contenía en su interior. Desde este punto de vista no es indiferente que el calentamiento se verifique con lentitud ó rapidez; en efecto, una elevación de temperatura rápida y superficial coagula la albúmina del jugo de la carne, y tapando así los poros de ésta, evita que salga al exterior el jugo contenido todavía dentro de ella. Por el contrario, si el calentamiento se propaga gradualmente desde fuera á dentro, no siendo bastante intenso para coagular la albúmina, el jugo puede fluir poco á poco, y no queda, por último, más que una masa muscular poco sabrosa y poco nutritiva. De aquí que un pedazo de carne sumergido en agua hirviendo, ó sometido directamente á un rápido tostado, debe ofrecer mucho mejores cualidades que si se ha cocido ó asado lentamente, en cuyo caso se encuentran en el caldo las mejores partes de su composición primitiva. Al guisar la carne, tanto el agua como la grasa que se emplea carecen de influencia, siendo el calor únicamente lo que produce efecto; y si no fuera por la conveniencia que, según lo expuesto, presenta un calentamiento previo del agua hasta la ebullición, bastaría con elevar la temperatura mucho menos.

En el asado se originan cierto número de productos de la destilación seca que no hay ocasión para que se formen cuando se cuece la carne en agua. Dichos productos son los que comunican á la costra de que se reviste la carne asada el sabor característico de ésta; entre ellos se encuentra el ácido acético, que desempeña un doble papel, pues á más de su influencia sobre el gusto, hace más blanda y tierna la fibra muscular. En cuanto á la digestibilidad, es

mayor la de la carne de ternera bien cocida que la de la asada, disolviéndose la primera en el jugo gástrico en las tres cuartas partes del tiempo que necesita la segunda.

A la carne de animales recientemente muertos es preferible para la alimentación la que se ha conservado por algún tiempo, con lo cual se ha hecho más tierna y esponjosa. La causa de este cambio reside en una transformación química, que va acompañada del aumento de ácidos libres, y que puede considerarse como el principio de una putrefacción. Hasta qué punto conviene que avance esta transformación, es cuestión que sólo el gusto puede decidir: la carne de caza puede durar más tiempo que la de las reses sacrificadas en los mataderos. De todos modos, cuando la descomposición ha avanzado en demasía, es ya completamente impropia para la alimentación.

CONSERVACIÓN DE LA CARNE

La carne fresca es poco conservable, pues cuando las condiciones exteriores no se oponen á ello, entra pronto en putrefacción. Tres son las principales circunstancias que favorecen ésta: una temperatura superior á cero, aire húmedo y la presencia de ciertos organismos inferiores (bacterias) que de un modo todavía desconocido ejercen sobre un numeroso grupo de cuerpos una acción química de descomposición ó desdoblamiento. Para que tengan lugar estos procesos, es preciso que concurran á un tiempo las tres circunstancias indicadas: la falta de una de ellas, si no los impide por completo, los debilita en alto grado. Así es que todos los procedimientos para conservar la carne pueden reducirse á tres clases, según que en ellos se trate de eliminar uno ú otro de dichos requisitos indispensables para la putrefacción. En esta eliminación consiste en general la acción antiséptica, que se logra, según lo dicho, manteniendo la temperatura bajo 0°, quitando al aire el vapor de agua é impidiendo el acceso de aire húmedo, ó, finalmente, reteniendo las bacterias con ayuda de ciertos medios protectores ó venenos de ellas.

La desecación ó tostado, así como la saladura y ahumado, obran por sustracción del agua. La desecación es lo que menos altera la composición de la carne, limitándose á reducir la proporción de agua contenida; y como al cocer aquélla se le devuelve el agua perdida, parece que este modo de conservación debía ser el mejor, y así sería, si no disminuyera también considerablemente la digestibilidad de la carne desecada. El peso de ésta es sólo una cuarta parte del de la fresca. En la América, tanto del Norte como del Sur, se emplea con éxito este procedimiento, sobre todo en los puntos muy elevados donde el aire enrarecido y seco facilita la evaporación rápida del agua. Antes se limitaban á secar carne partida en trozos delgados; pero esta carne seca era poco

estimada como alimento. En algunos saladeros, en que se mataban los bueyes con objeto de aprovechar las pieles y la grasa, se ha introducido después un procedimiento para hacer también aprovechable la carne. Consiste éste en partir dicha carne en grandes trozos, de unos 20 centímetros de espesor, lavarlos con salmuera, y después amontonarlos por capas, espolvoreados con sal. Al día siguiente se invertían los pedazos, repitiendo la salazón seca, y, por último, se comprimían los pedazos al aire libre, para lo cual generalmente se les cargaba con pesos, dejándolos secar. Este es el llamado *tasajo*, exportado en cantidades considerables (según los registros de Aduanas de Buenos Aires y Montevideo, 1.120.000 quintales al año), principalmente para Cuba y el Brasil. Su precio es próximamente de unos 30 céntimos el kilogramo; en Europa vendría á costar esta carne escasamente 50 céntimos el kilogramo. Nuestras condiciones climatológicas no son adecuadas para este género de conservación de la carne, la que sólo se seca por algunos ganaderos de países montañosos, en donde la evaporación del agua se verifica espontáneamente, con bastante rapidez para que la carne no tenga tiempo de entrar en descomposición. La carne seca suele ser también pulverizada y comprimida en forma de pasta, particularmente en América, donde se emplea para el aprovisionamiento de los ejércitos.

La llamada carne pura no es más que harina de carne bien seca por medios apropiados, dividida por máquinas, colocada en capas lo más finas posibles sobre parrillas de alambre, y sometida á un tostado gradual en estufas, divididas en compartimientos. La carne así seca es dura, y hasta frágil, de suerte que puede molerse sin dificultad en morteros; separando de ella los huecesillos, tendones y otras partes no digeribles, sirve para preparar caldos concentrados.

La salazón quita también la humedad á la carne, pero además actúa la sal como veneno de las bacterias; sin embargo, como el agua de los líquidos con que se sala se lleva una parte de los principios nutritivos contenidos en el jugo de la carne, no siendo ya fácil aprovechar dicha porción arrastrada en las lixiviaciones, el valor alimenticio de la carne conservada por este procedimiento es bastante inferior al de la carne seca. Además, tampoco la salazón quita todo el agua de la carne, sino que más bien los granos de sal, obstruyendo los poros de ésta, impiden que siga fluyendo al exterior el jugo de ella. De aquí que la carne salada posea mejores cualidades en el interior de la masa que en la superficie. La citada pérdida que experimenta la carne en la salazón le comunica un gusto especial, menos aromático que el ordinario, y á ella hay que referir también la circunstancia de que la salud se resienta por un uso continuado de la carne salada, tal como tiene que hacerse muchas veces en los buques. En nuestros días se ha intentado aprovechar, como alimento, los líquidos empleados en la salazón, donde ésta se practica en grande escala, cuyos

Un saladero en la América meridional.

líquidos, según hemos indicado, contienen lactatos y fosfatos, creatina y creatinina. Para ello se separa de dichos líquidos el exceso de sal que contienen por cristalizaciones sucesivas, preparando con el residuo una especie de extracto de carne. Sin embargo, este procedimiento no puede prestarse nunca más que á una aplicación muy limitada.

En la América del Sur se ha puesto en uso modernamente una clase especial de salazón. Además de cocer grandes cantidades de carne para obtener el extracto, se preparan también en las calderas de las mismas fábricas animales enteros, para lo cual, inmediatamente después de matarlos, se les desangra por medio de cortes que se practican en el corazón, y después se llena la arteria aorta con una disolución salina que contiene algo de nitro, adaptando para ello un tubo bien ajustado al ventrículo izquierdo, y haciendo uso de bombas impelentes. Este líquido penetra, en virtud de la presión á que se le somete, en todas las arterias y venas del cuerpo, desalojando de ellas la sangre, que va saliendo por el ventrículo derecho. Cuando aparece ya en éste el baño salado, y ha sido, por consiguiente, lavada toda la sangre que contenía el cuerpo del animal, se cierran las aberturas, se deja aquél algún tiempo en reposo para que vaya penetrando la sal por todos los órganos, y, por último, se seca al aire ó se ahuma. Esta carne es exportada en cantidades considerables á Inglaterra, donde se vende al precio de 1 peseta á 1,25 el kilogramo.

El ahumado es preferible, por varios conceptos, á la salazón. El ácido acético, originado por la destilación seca del combustible y contenido en el humo, hace resistentes contra la putrefacción á los principios putrefactibles de la carne, y actúa en unión de la creosota, que se forma simultáneamente y tiene la propiedad de hacer insolubles los cuerpos albuminóideos, al mismo tiempo que es un veneno para las bacterias. El ahumado directo por medio de la creosota y el vinagre de madera se funda en las mismas bases y realiza el objeto más rápidamente, aunque exige mayores cantidades del medio conservador.

Ambos modos de desecación y ahumado se emplean en gran escala para la conservación de carne, por más que perjudican á la bondad de ésta, y, sobre todo, á su digestibilidad. Mucho más conveniente sería el procedimiento de conservación por medio del frío, si no fuera por las dificultades prácticas que se oponen á su empleo. El conocido viajero Pallas encontró en Siberia sepultado en el hielo un *mammuth*, animal antediluviano, cuya carne, una vez deshelada, se manifestó en perfecto estado de conservación, á pesar de haber transcurrido miles de años desde que el animal había exhalado su último suspiro. Aunque, como hemos indicado, este modo sólo es aplicable en algunos casos aislados, pues los gastos que entraña para un uso prolongado son generalmente un escollo insuperable, se utiliza para el transporte de pescados,

sobre todo el del salmón, enviado á Inglaterra, y hasta se ha ensayado con éxito para traer carnes desde Australia á Europa.

Pasando á la tercera clase de los procedimientos de conservación, se han propuesto diferentes especies químicas como venenos de las bacterias, con los cuales se debería proteger la superficie de la carne fresca, y que al ir á hacer uso de ésta, bastaría lavarla con agua pura para eliminarlos por completo, tales son el ácido sulfuroso, el sulfuro de carbono, la glicerina, el bórax, el cloroformo, el hidrato de cloral, el ácido fénico ó fenol, la creosota, el ácido salicílico, etc., todos los cuales son efectivamente más ó menos eficaces para el objeto, pero al mismo tiempo inutilizan la carne como comestible.

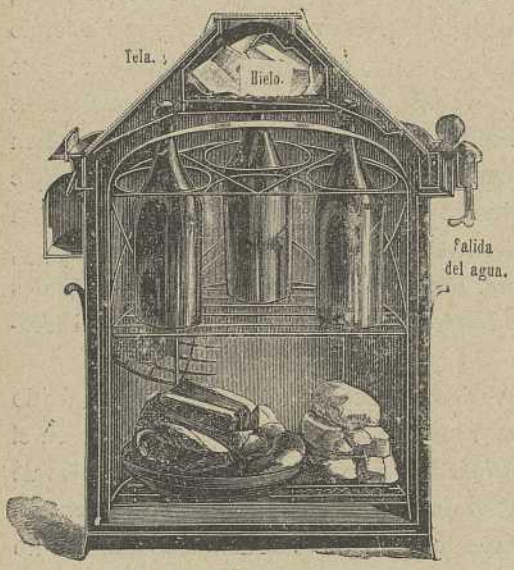


FIG. 184.—Preservador de Von Rom.

Para mantener frescas por algún tiempo pequeñas cantidades de carne ó de otros artículos alimenticios ó de consumo, expuestos á la fermentación, es, al parecer, muy apropiado el llamado preservador, de Von Rom (fig. 184). Consiste en un recipiente cuyas paredes pueden ser de cristal, barro ó metal. El borde superior de esta vasija está rodeado de una cavidad anular que se llena de agua, en la cual se sumerge la tapadera, obteniéndose así un cierre hermético; pero como el aire encerrado en el interior de la vasija podría contener bacterias perjudiciales al objeto, la tapadera cuida automáticamente de privarle de ellas, manteniéndolo puro. En efecto; sobre la tapadera se halla extendido un paño de algodón, que se sumerge también en el agua del anillo lateral, y que por capilaridad permanece siempre húmedo; la evaporación del agua que empapa este paño enfría la tapadera, y, por consiguiente, los vapores de la atmósfera interior, más caliente, se condensan sobre la cara interna de dicha tapadera, escurriendo hasta llegar al agua del anillo en que se apoya. Se origina, pues, un proceso continuo de circulación en el aire, que al mismo tiempo le priva del vapor de agua y de las materias extrañas en suspensión. El aire del preservador tiene una constitución análoga á la de la atmósfera, después de una lluvia refrescante. Este preservador parece ser conveniente para conservar verduras frescas, legumbres, flores, frutas, pan, setas, ostras vivas, etc, Sin embargo, faltan datos concluyentes acerca de su eficacia. Desde luego, el grado de pureza del aire obtenido en el aparato no basta para conservar carnes frescas,

leche, etc., y hay que recurrir también al frío, el cual puede obtenerse poniendo algunos trozos de hielo en el anillo obstructor; y si se quisiera una temperatura todavía más baja, podría conseguirse disponiendo en el hueco de la tapadera algún recipiente especial para hielo. Para usar el preservador hay que cuidar, ante todo, de que esté completamente limpio; además no deben colocarse en él alimentos calientes, ni poner á un tiempo sustancias que puedan tomar olor unas de otras.

La carne á medio cocer ó asada se puede conservar mucho mejor que fresca; y para ello el mejor modo de conservación es el de Appert, en cajas herméticamente cerradas. Consiste en cocer primero la carne hasta expulsar por completo el aire interior, llenar con ella tan completamente como sea posible vasijas cilíndricas de metal, á las cuales pueden soldarse tapaderas provistas de un orificio; se rellenan las cajas con caldo ó grasa fundida, para que no quede nada de aire dentro, y después se suelda herméticamente el orificio de la tapadera. Por último, se colocan las cajas en un baño de agua salada, sometiéndola por espacio de media hora á una temperatura algo superior á la de ebullición del agua ordinaria, con lo cual, por una parte, se puede reconocer si hay algún defecto en el cierre, y soldar los puntos en que se observe la salida de burbujas, y por otra, los cuerpos albuminosos se coagulan por completo, y últimamente se matan los gérmenes de bacterias que pudieran subsistir todavía en el interior de la masa (fig. 185). Este procedimiento es aplicable á todas las materias alimenticias, expuestas á una alteración por putrefacción ó fermentación; únicamente que, cuando se trata de frutas, se emplea para rellenar las cajas un jarabe concentrado, en lugar de la grasa que indicamos antes. Para convencerse en definitiva de haber conseguido una preparación que haga completamente imposible le fermentación ó putrefacción, no hay más que dejar las cajas en un sitio caliente á unos 30°. Si hay descomposición, los gases desarrollados en el interior ejercen presión sobre la tapadera, que adquiere una curvatura convexa al exterior; en el caso contrario, la presión del aire exterior caliente le comunica una curvatura en sentido opuesto, ó sea cóncava, para el observador.

La conservación, no sólo de carnes, sino de alimentos en general, no ha sido atendida, en proporción á su importancia, hasta los tiempos modernos. Así, por ejemplo, en las listas de patentes inglesas se ve que en la última decena del siglo XVII sólo se solicitó una patente relacionada con este asunto; en el siglo XVIII se obtuvieron tres; desde 1801 hasta 1815 fueron ya concedidas 117, siendo innumerables las que se han dado en los útimos treinta años.

En Suiza y en otros países ganaderos se ha comenzado á preparar leche condensada, sustrayéndole, por medio de la máquina neumática, la mayor parte del agua contenida, y aumentando su aptitud para ser conservada por la

adición de azúcar; para el transporte se la encierra en latas soldadas, en cuyas condiciones conserva largo tiempo las propiedades de la leche fresca. En las costas de los mares ricos en peces, además de los antiguos modos de salazón, ahumado, etc., se ha adoptado también modernamente la conservación en cajas de lata, herméticamente cerradas, cuyo procedimiento ha permitido á los habitantes del interior saborear, en estado de frescura, pescados de que antes no tenían conocimiento.

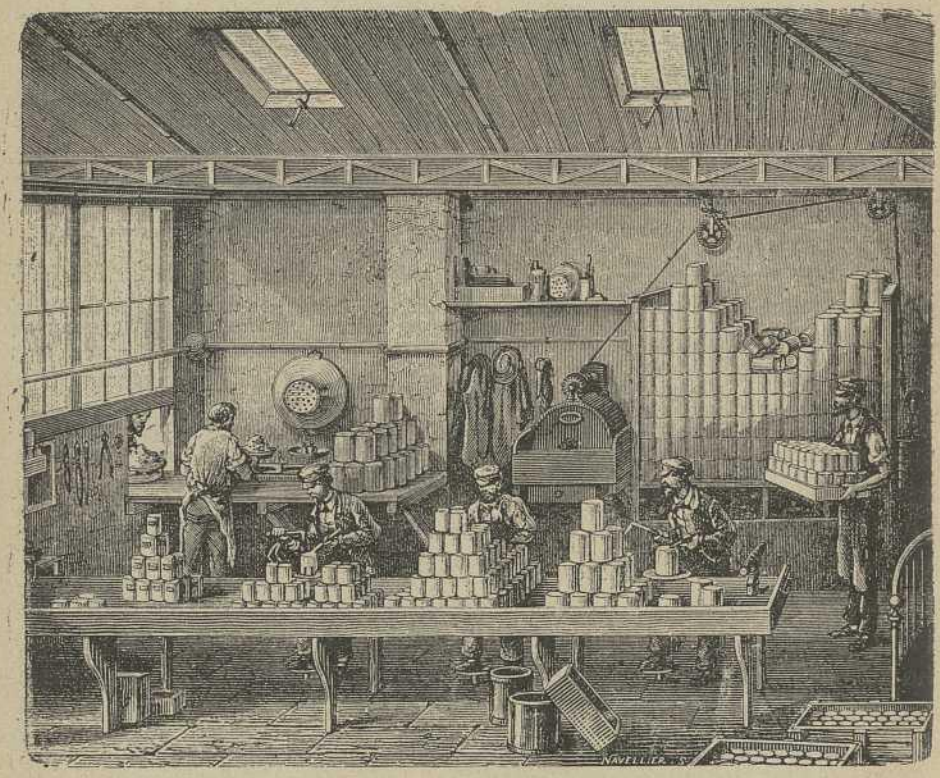


FIG. 185.—Departamento de soldadura de las cajas en una fábrica de conservas.

Hoy se conserva todo: las legumbres, las frutas, la carne, los huevos, etc., no están ya sujetos á plazo al que se haya de limitar el que guste de su consumo. Para el caso, es como si no existieran las estaciones; lo mismo da un mes que tenga *r* que otro que no la tenga; las épocas de escasez se equilibran con las de abundancia, y aunque alguno pueda lamentarse de que hoy no es dado adquirir tan barata una fruta ó una legumbre, porque existen en todas partes acaparadores que recogen en seguida y guardan para lo porvenir cuanto no se consume en el acto, el bienestar general ha ganado indudablemente con esta nivelación. La conservación de la carne, en particular, tiene en el fondo una excepcional importancia económico-social, pues no es posible desconocer

que la Europa central experimenta cierra escasez de carnes, la cual se manifestaría indudablemente en el transcurso del tiempo, produciendo una degeneración física de los habitantes de dichas comarcas, si no se consiguiera compensar esta falta con la abundancia excesiva de otros países, como la América del Sur, la Australia, Hungría, etc.

La conservación de los alimentos para el aprovisionamiento de las tropas en la guerra ofrece también un interés especial. Las experiencias hechas sobre el particular en 1870 y 71 (en la guerra franco-prusiana), hubieron de mostrar que los procedimientos hasta entonces en uso para el suministro de artículos alimenticios, no corresponden en modo alguno á la táctica moderna. Según todos sabemos, dichos procedimientos consisten principalmente en procurarse de un modo directo la mayor cantidad de los productos necesarios para el sostenimiento del ejército en la misma región ocupada por éste, comprándolos, bien por dinero, bien por medio de documentos contra el Tesoro público. El sistema de requisas, poco en armonía con las costumbres políticas y sociales modernas, sólo se emplea cuando la necesidad obliga á ello. Pero como quiera que el aprovisionamiento de ejércitos tan numerosos como los que las guerras modernas ponen en juego, lleva consigo exigencias extraordinarias, sucede que, aun estando animados de la mejor voluntad los habitantes de la comarca, sólo en el menor número de casos pueden responder á ellas, y aun siempre de un modo incompleto y por poco tiempo. En todo caso hay que traer de los inmediatos países amigos lo que hace falta; y esto, que ofrecía ya sus dificultades en los tiempos pasados, en que el movimiento de las tropas era relativamente lento, las ofrece hoy mucho más considerables.

Antes podían seguir de cerca en sus marchas á los ejércitos los ganaderos y las colonias de proveedores, y además, como aquéllos eran pequeños, podían, por lo pronto, proveerse de lo necesario, durante corto tiempo, en el punto adonde llegaban; pero con la aplicación de las líneas férreas para el transporte de tropas, las circunstancias han variado por completo. Las tropas han de ser trasladadas de uno á otro punto en la mayor masa posible y con la mayor velocidad; todo lo que no tienda á permitir golpes momentáneos de ataque ó defensa, hay que relegarlo á segundo término, pues el éxito principal no se consigue de otro modo sino aprovechando con rapidez todas las ventajas que puedan presentarse. No es posible llevar consigo más que lo indispensable, lo que se puede llevar á la mano; lo demás queda abandonado al suministro; pero las mercancías no son expedidas con tanta rapidez como sus consumidores, y una vez separadas de éstos, aumenta el intervalo con los movimientos que ejecutan sin cesar. Los esfuerzos que hay que hacer para que las provisiones lleguen adonde deben consumirse, excluyen muchas veces los cuidados necesarios para conservarlas. Cargadas en carros tal como estén, descubiertas y sin protección suficiente contra los agentes

exteriores, sufren con facilidad notables alteraciones por los accidentes meteorológicos, pudiendo inutilizarse por completo, sobre todo en tiempo húmedo. El ganado vivo, por otra parte mal alimentado durante todo el camino, fatigado en exceso, sin beber tampoco lo suficiente, tiene que matarse en el mayor estado de abatimiento y extenuación, pues tampoco puede esperarse á que se reponga, dada la necesidad que acosa al soldado al término de la jornada, siendo, por consiguiente, introducida la carne con el calor de la vida todavía en la caldera de campaña, en la que tal vez faltará la sal para aderezarla. La necesidad de alimentarse en tal forma durante semanas y meses enteros puede hacerse por completo insoportable, y por consiguiente, dada la naturaleza de la cuestión, que entraña forzosamente las dificultades mencionadas, es evidente que sólo podrán eludirse éstas mediante un cambio radical en el sistema.

Por otra parte, en campaña no debe tampoco permitirse al soldado que prepare el alimento hasta servir de regalo al paladar, sino que debe escaseársele todo lo posible tales refinamientos, y sólo cuando las circunstancias consientan una labor tranquila y atenta, cuidar principalmente de que pueda aprovechar todo el poder nutritivo de aquél. La comida, ya preparada, se debe proteger contra la descomposición en cajas de lata que cierren herméticamente y que sean fácilmente transportables; es evidente la importancia que tiene para el caso el que se encierre en el menor espacio posible una cantidad de alimento lo más grande que se pueda. La fabricación industrial de alimentos prensados ha hecho tales progresos, que el problema no tiene que luchar con dificultad alguna por el lado técnico, y, en cambio, las ventajas de esta forma de aprovisionamiento son grandísimas por todos conceptos. En efecto: ¿cuántas veces, al llegar las provisiones, después de las mayores penalidades para conseguirlo, no ha precisado abandonarlas por haberse echado á perder en el camino, ó por haber salido ya en mal estado? ¿Cuántas no se han perdido, por lo defectuoso de la preparación? ¿Con cuánta frecuencia no ha faltado el tiempo en una marcha para cocer la carne, si es que se disponía de ella? Las dificultades del suministro no permiten tampoco una distribución uniforme; períodos de superabundancia alternan con otros de escasez. A veces habrá que dejar hoy lo que mañana se echará de menos; y aunque no falte todo, suele carecerse muchas veces de ciertos condimentos, como sal, especias, etc., cuya falta ejerce gran influencia sobre el bienestar material. Todos estos inconvenientes se evitan con el suministro de alimentos en conserva, que sobre la ventaja de presentarse en forma inmediatamente comestible y con una composición satisfactoria, tienen la de permitir también una variedad que no da lugar á cansancio ó repugnancia alguna.

Podríamos prescindir del aspecto económico de la cuestión, tratándose de un caso como el de la guerra en que un pueblo decide de su suerte; pero los

Gobiernos previsores no deben olvidarse, ni siquiera en este caso, del interés de sus administrados, y precisamente también desde este punto de vista la ventaja está de lleno á favor del último de los sistemas mencionados, pues las economías alcanzadas por la compra en grande de las primeras materias, por el mejor aprovechamiento de su poder alimenticio, por la insignificancia relativa de los gastos de transporte, por la utilización de los residuos, etc., compensan sobradamente los pequeños gastos de preparación y empaquetado.

Ahora bien; la experiencia de la guerra franco-prusiana, en la que los alemanes suministraban á sus tropas alimentos en conserva, demuestra cuán beneficiosa influencia ejerce la bondad de la alimentación sobre el estado físico y, por consiguiente, también sobre el estado de ánimo del soldado. La llegada de los envíos de la carne llamada *de Gula*, hechos desde Viena al 12.° cuerpo de ejército hasta cuando se encontraba delante de París, y más generalmente la de los de la conserva llamada entre ellos *erbswurst*, preparada en un principio por el cocinero berlinés Grünberg, fallecido en Octubre de 1872, y que vendió al Gobierno alemán el secreto de la preparación por la suma de 138.750 pesetas, causaba verdadero júbilo en las tropas. El llamado *erbswurst* (salchicha de guisantes), se componía principalmente, no ya de carne, sino de una mezcla de harina de guisantes, tocino, especias y sales, que mantenían á esta especie de potaje, muy alimenticio y de gusto agradable, en una forma poco expuesta á la alteración, y que permitía guisar rápidamente este producto, que por otra parte era de fácil transporte. El citado *erbswurst*, puesto con agua hirviendo, daba una sopa bastante nutritiva. Para obtenerlo se prensaban, por procedimientos especiales, cada uno de sus componentes en forma de embutido, dentro de papel de pergamino, eliminándose casi por completo el agua interpuesta, de suerte que resultaba una masa bastante compacta y densa, que podía llevar muy bien el soldado, ocupando un pequeño espacio.

En la fábrica de Grünberg, adquirida por el ministerio de la Guerra, trabajaron durante dicha campaña nada menos que 1.200 personas. Entre ellas había: 20 cocineros, cada uno de los cuales tenía á su cargo dos grandes calderas para preparar la masa; 150 obreros, armados cada uno de un inyector á propósito para rellenar con la masa las bolsas de pergamino, previamente dispuestas al efecto, etc. Desde el principio se consumieron diariamente 225 quintales de tocino, 450 de harina de guisantes, 28 fanegas de cebollas, 40 quintales de sal, obteniendo sobre 75.000 salchichas de una libra de peso; 18 carpinteros se ocupaban en la construcción de cajas, dentro de cada una de las cuales se empaquetaban de 100 á 150 piezas, para enviarlas á los puntos donde se encontraban los ejércitos.

De un modo análogo tendrán que ocuparse todos los Gobiernos de la preparación en gran escala de otros artículos alimenticios comprimidos, para atenciones de este género.

APROVECHAMIENTO DE OTROS PRODUCTOS ANIMALES

Además de la carne que come directamente el hombre, ofrecen también los animales multitud de sustancias que en otros tiempos eran despreciadas por inútiles, pero que hoy se someten á elaboraciones diversas, para constituir productos que realizan ciertos fines antes de entrar en descomposición y que sus elementos químicos, ya libres, penetren de nuevo en el círculo de la organización en forma de alimentos de los vegetales. La industria del siglo XIX ha dado valor á los huesos, ligamentos, tejidos conjuntivos, intestinos, sustancias grasas, bilis, uñas, piel, pelos, y, en una palabra, á todas las partes de los animales. Bien entendido que en este aprovechamiento no se incluyen tan sólo las partes que proceden de los animales sacrificados en los mataderos, sino que principalmente forman la primera materia de las industrias aludidas los cuerpos de los animales muertos, ó despojos que antes carecían en absoluto de estimación. Nada revela tan claramente los beneficios que la ciencia puede prestar á la humanidad, como el aprovechamiento actual de esos despojos. Para el químico moderno no existe, en rigor, despojo alguno; todo puede ser transformado en sus manos, y con frecuencia vemos adquirir en ellas aspecto y condiciones atractivas á los objetos más repugnantes. Sólo la química ha podido señalar el lugar que corresponde en la escala general de la estimación humana á los productos de la Naturaleza, fundándose para ello, no precisamente en su forma actual, sino más bien en la capacidad que presentan para convertirse en otras formas útiles. Ahora bien; en tanto que no se tenían los medios para realizar dichas metamorfosis, claro es que no podía tampoco alcanzarse semejante criterio de clasificación. Mientras en otros tiempos no se pensaba en hacer con los animales muertos otra cosa que alejarlos de los puntos habitados, para evitar la influencia perjudicial de los productos originados por su descomposición al aire libre, limitándose á enterrar dichos cuerpos, hoy se les conduce á establecimientos industriales, en los que se obtienen beneficios por valor de muchos millones. Dirijamos una rápida ojeada hacia los procedimientos de elaboración empleados en tales establecimientos, observando desde luego que en ellos sólo se explotan los animales muertos de muerte natural, ó en virtud de un accidente común, pero no los cuya muerte se debe á enfermedades contagiosas ó repugnantes. Para evitar que estos últimos puedan ser causa de perjuicios al público, se han dictado por los Gobiernos leyes, que tampoco pueden referirse á ciertos usos especiales que se hacen sin inconveniente de su piel y de algunas sales orgánicas.

La circunstancia de no haber logrado aceptación general como alimento la

carne de caballo, es causa de que, tanto los de silla como los de tiro, estén sujetos á la suerte de entregar su cuerpo á un verdugo, después de haber sido explotado hasta el último residuo de su fuerza vital. De los demás animales sólo una pequeña parte se utiliza; pues aunque generalmente se recogen con este objeto, llevan de ordinario las huellas de enfermedades que les hacen incapaces de un completo aprovechamiento. Los animales, pues, cuya carne está sana, son en primer término pinchados para recoger su sangre, que bien se emplea como abono, bien para extraer la albúmina, que encuentra fácil salida en la industria del estampado; el animal muerto es luego despedazado, separando entre sí los diferentes tejidos, carne, piel, huesos, tendones, intestinos, etc., cada uno de los cuales ha de recibir un tratamiento especial. La piel, que es una de las partes de más valor (una piel de caballo sin preparación cuesta, por término medio, de 12,50 á 15 pesetas), pasa á los establecimientos de curtido, que están generalmente en relación con estas fábricas. Los pelos se clasifican, purifican y venden, bien á las tapicerías (como los de crin, que se utilizan para almohadones, etc.), bien á los constructores de tamices, como los pelos de cola, que se pagan bastante caros, ó bien á las fábricas de tapices, en que se utilizan principalmente los pelos más cortos del caballo para la formación de tejidos toscos lanuginosos. Las uñas y pesuñas, cuando tienen una estructura compacta y homogénea, se destinan á la fabricación de objetos torneados ordinarios, como botones etc.; pero los residuos de dichas materias córneas procedentes de bueyes ó carneros se destinan á las fábricas de cianuros, ó bien se muelen y venden como abono.

Pero á pesar de este aprovechamiento de todas las partes secundarias, la labor principal en dichas fábricas consiste en el de las partes blandas, contenidas en proporción mucho mayor en el cuerpo de los animales. La manera de conseguir esto por medio del vapor de agua recalentado permite al mismo tiempo aprovechar también los huesos, extrayendo de ellos las partes orgánicas que contienen, principalmente grasa y sustancias gelatinosas. Con tal objeto se colocan los animales, divididos en porciones, dentro de unos cilindros que cierran herméticamente (marmitas de Papin), en los que se someten á la acción del vapor de agua recalentado. Estos cilindros están divididos por un tabique ó doble fondo agujereado, por bajo del cual se hallan dos llaves de salida para el líquido, una encima de la otra, existiendo además un tubo de vapor, que se abre en la pared lateral del cilindro, y que puede también cerrarse con una llave. La tapadera se adapta á un reborde de las paredes del cilindro, pudiéndose unir fuertemente á éstas por medio de un tornillo. Colocados dentro del aparato los pedazos de carne y cerrado éste herméticamente, se hace entrar el vapor de agua recalentado, que en un principio tiene próximamente una tensión de dos atmósferas. Una parte de él se condensa, y el agua caliente depositada extrae de la carne los principios solubles, y se va acumulando con

ellos entre los dos fondos del cilindro; al mismo tiempo se derriten las sustancias grasas, que forman una segunda capa por encima del líquido acuoso. Ahora bien; con una sola cocción no se consigue por completo el fin propuesto, pues además de tomar las partes ya solubles contenidas en la sustancia muscular, ligamentos y cartílagos, se trata de convertir al estado soluble la mayor parte posible de aquellos tejidos. De aquí la necesidad de hacer actuar durante largo tiempo un calor cada vez más intenso, con lo cual aumenta sucesivamente la tensión del vapor; esta acción acrecentada se sostiene por espacio de ocho á doce horas. Todos los componentes, transformados, en virtud de este tratamiento, en gelatina soluble, vienen así á quedar separados del resto insoluble de la masa, y la solución se va reuniendo al líquido acuoso anterior en el fondo de la vasija. La separación de las dos capas (acuosa y grasa) formadas en el fondo de ésta, se hace fácilmente abriendo primero la llave superior, por la cual fluye la grasa derretida, llamada sebo, y que circula en el comercio, encontrando aplicación, bien para lubrificar las piezas de las máquinas, bien en la industria jabonera.

La disolución acuosa contiene diversas sustancias, sobre todo gelatina, aparte de las contenidas ordinariamente en el jugo de la carne. De aquí que no se preste á la preparación de gelatina pura, pues la separación de las demás materias sería demasiado entretenida. Por esto se suele concentrar sencillamente hasta la consistencia de jarabe, vendiéndola en tal estado bajo el nombre de *bonesize* (voz inglesa que significa *cola de huesos)*. Este producto se destina á preparar una cola usada en el apresto de tejidos, para lo cual resulta muy adecuada, pues permanece líquida y no entra en putrefacción.

El procedimiento indicado de extracción por el vapor á alta presión tiene sobre los demás la gran ventaja de que en él no puede tener lugar una combustión de la materia orgánica, por consecuencia de lo cual las disoluciones presentan una limpieza que no es posible alcanzar de otro modo. Su aplicación á la fusión del sebo ha dado también resultados superiores á los obtenidos por la acción directa del fuego. Además, el vapor de agua recalentado agota por completo la materia, evitando toda pérdida de sustancia utilizable; no siendo tampoco despreciable la circunstancia de que el cilindro cerrado por todas partes no deja escapar producto alguno oloroso, permaneciendo así la atmósfera exterior libre de las emanaciones desagradables que suelen hacer insoportable la proximidad de una fábrica de jabón.

La masa, después de cocida, se seca rápidamente en un horno. Contiene todavía la mayor parte de la masa muscular y los huesos, los cuales se sacan de entre la masa ya seca, y se muelen para formar la llamada harina de huesos, ó bien se destinan á la preparación de carbón animal, aunque para esto último sólo sirven los mayores, que están todavía impregnados de materia orgánica. El residuo, en forma también pulverulenta, se vende asimismo como

abono, de suerte que no queda, por último, ni la más pequeña porción del cuerpo entero del animal que pueda despreciarse como completamente inútil.

Si no de un modo tan racional como en los países del interior, donde se dispone de todos los auxilios técnicos necesarios, pero también á impulsos de la misma tendencia para avalorar del modo más perfecto posible los productos naturales en sus propiedades útiles, se ha iniciado modernamente el aprovechamiento para los fines de la industria (en particular de la agricultura) de los enormes residuos que se obtienen en las regiones costaneras apartadas donde la pesca es muy abundante, como expusimos en el tomo III.

JABONERÍA Y FABRICACIÓN DE BUJÍAS

ACEITES Y GRASAS

Algunas palabras sobre el aseo de antaño y el de hogaño.—Invención é historia de los jabones.—Primeras materias.—Aceites y grasas.—Su presencia en los reinos vegetal y animal.—Manteca natural y artificial.—Composición química de las grasas.—Ácidos grasos.—Glicerina y sus usos.—Jabones y procedimientos de preparación.—Procedimientos en frío, en caliente, y por doble descomposición.—Jabones sódicos y potásicos.—Agua contenida en los jabones.—Acción del aceite de palma.—Jabones de aceites y de resinas.—Fabricación de jabón en Marsella.—Composición y ensayo de los jabones.—Fabricación de bujías.—Primeras materias.—Sebo.—Ácido esteárico.—Cera, etc.—Historia de la fabricación de bujías.—La mecha.—Moldeado de las bujías.—Disposiciones mecánicas para ello.—Bujías y velas de cera.—Ceresina.—Bujías de esperma de ballena, parafina, etc.

Es preferible que el pueblo huela á jabón verde, á que haya algunas que otras personas que exhalen de su cuerpo los aromas y esencias de la perfumería francesa. Esta frase de Raabe, en su excelente novela titulada *La gente del campo*, es, en nuestro concepto, tan digna de mención á propósito del asunto, como aquella otra de Liebig, que, á fuerza de ser repetida, se ha convertido en una especie de sentencia: "El estado de cultura de un pueblo

puede medirse por el consumo que hace de jabón„. Es indudable que para muchos de nosotros no hace falta invocar autoridad alguna para que se conceptúe la limpieza como uno de los primeros y más fundamentales capítulos del tratado del bienestar material; pero este punto de vista suele con frecuencia no ser todavía bastante estimado en toda su generalidad, y desgraciadamente se observan de modo bien sensible los efectos del abandono entre las clases sociales que están acostumbradas á considerar como secundario todo lo que no afecta precisamente á la conservación de la vida de uno á otro día. Ahora bien: el nombre de suciedad no corresponde tan sólo á la roña de los dedos y las manchas de los vestidos, etc. Un aire impuro, las viviendas estrechas y húmedas, la pobreza en el alumbrado, la escasez de agua potable, se hallan en la más íntima relación con ella; de tal suerte, que desaparece con éstas y á su sombra vive, por lo cual la frase de Liebig no es tan paradójica, sino que tiene un alcance mucho mayor de lo que parece á primera vista.

Al recorrer la historia de la civilización observamos que la educación física ha sido siempre considerada como cuestión aparte, y con independencia de la intelectual y moral. ¡Como si el hombre no constituyera una unidad armónica, á pesar de la diversidad en las manifestaciones de su ser! Si está justificada nuestra admiración por el hecho de que el hombre, aunque sólo sea en sus primeros grados de civilización, manifieste un instinto de aseo menor que el de los animales menos racionales, hay que considerar como una verdadera aberración patológica el que en los más altos peldaños de la cultura no se consagre á la educación de nuestro cuerpo siquiera los cuidados naturales. Esta falta de atención á la materia de nuestro ser caracteriza, sin embargo, épocas enteras, y se halla en íntima relación con las ideas dominantes en aquellos períodos, coincidiendo en singular consorcio con filosofías sutiles y espiritualismos fanáticos, al mismo tiempo que con temperamentos indolentes y caracteres pobres de espíritu, á la par que de cuerpo. Para los cínicos de la antigua Grecia, á cuya cabeza figuraba Diógenes, el cuerpo sólo era (según dice Lewes en su *Historia de la filosofía antigua*), una sentina de todos los vicios; era despreciado como indigno y depresivo para el hombre. Pero sean ó no preconcebidos los descuidos de cuanto á la salud y limpieza del cuerpo atañe, y aunque hayan reinado en las costumbres de pueblos enteros durante largos períodos de la historia, no por ello dejan de ser contra naturaleza, y sólo pueden obedecer, como causa, á un desconocimiento completo del destino humano en general, y de la misión de la vida de cada hombre en particular.

En los climas cálidos, el baño, el cambio frecuente de ropa, la ventilación de las habitaciones, la provisión de buenas aguas potables, etc., se hallan directamente unidas á las comodidades de que depende principalmente el bienestar; de suerte que el aseo en tales países, y bajo la acción de sus intensos calores, más que una virtud, es una necesidad. Las obras para el suminis-

tro el agua eran tales en la antigua Roma, que con todas sus costosas instalaciones no puede hoy ninguna ciudad competir con ella, ni acercársele siquiera, en la cantidad de agua que ofrece diariamente á cada uno de sus habitantes. Pero en la antigüedad los cuidados consagrados al cuerpo tenían en general un carácter sibarítico, y por esto hubo de producirse una reacción completa en las costumbres, con la aparición del cristianismo. Según el sentido ascético de la nueva doctrina, en los primeros siglos había que abandonar en lo posible á este terrenal valle de lágrimas la carne, que no era más que un estorbo para el alma, y, por tanto, no sólo se la debía mortificar con toda clase de desprecios, sino también por medio de castigos directos. Como para los cínicos, constituía la escoria del ser humano en lucha con este mismo, y, por lo tanto, era vilipendiado y odiado. En los países fríos se cercenaron mucho los derechos naturales de la limpieza, por efecto de aquellas ideas, y también por los rigores del clima, que hacían necesario el uso de vestidos gruesos, caros y difíciles de renovar con frecuencia, así como no se hacían en ellos tan agradables las abluciones. La limpieza era en estos pueblos un verdadero objeto de lujo, y aun hoy día no hay que ir muy lejos para advertir que existen países y hombres que han conservado sobre el particular una mezquindad casi superior á la de los oscuros tiempos de la Edad Media.

Pero no hay que ser tampoco demasiado severos. El lavado y el baño continuos, como los practican los meridionales por recreo, no es tan fácilmente practicable en las regiones del interior como, por ejemplo, en las de la costa, que ofrecen magníficas playas y costumbres sociales en virtud de las cuales el baño es deseado más bien como un placer. A pesar de lo dicho, hay que reconocer el buen deseo de nuestros antepasados, que inventaron el jabón, si bien en tiempos aún paganos, pues Plinio menciona ya entre los medicamentos el producto en cuestión; y por Galeno, que habla ya del empleo del jabón para lavarse, sabemos que en su tiempo eran los germanos los mejores jaboneros. Ahora el gusto moderno se ha esforzado en reproducir, perfeccionándolo al mismo tiempo, todo lo que en otros tiempos hubo de ser ser injustamente abandonado; la consecución del bienestar natural ha pasado á formar uno de los principales fines de la vida, y las investigaciones metódicas y científicas de las condiciones favorables á ésta revelan al mismo tiempo los medios para satisfacerlas. Puesto que tenemos un cuerpo, forzoso será que fijemos nuestra atención en su manera de ser; y si conservar la vida es un deber, deberemos también procurar que sean adecuadas á nuestra manera de vivir las circunstancias que nos rodeen y el estado mismo de nuestro cuerpo. La ciencia de la Naturaleza nos presta para ello el más eficaz y poderoso apoyo, siendo especialmente la fisiología y la química las partes de ella que más directamente contribuyen al objeto.

Una vez admitido que el jabón responde á una necesidad higiénica, de

donde principalmente hemos de tomar enseñanzas acerca de la naturaleza del jabón, sus modos de preparación, efectos que produce, etc., es de la segunda de las citadas ramas del saber.

La historia del jabón es bastante antigua, según se desprende de las anteriores líneas, y su invención probablemente de origen galo ó germano. Los romanos, tan aficionados al lujo, adquirían en Germania, particularmente en Hessen, jabones y pomadas de diversas clases para su *toilette*, y hasta un jabón para dar color negro á los cabellos. Por otra parte, los romanos preparaban también jabón para el uso ordinario, y uno de los primeros descubrimientos que se hicieron al desenterrar las ruinas de Pompeya, fué una jabonería, cuyas existencias estaban todavía aún en perfecto estado de conservación, á pesar de haber pasado por ellas unos mil setecientos años. No cabe, pues, duda alguna sobre la naturaleza de los jabones más antiguos; y además Plinio dice bien terminantemente que el jabón blando se hacía con ceniza, sebo y cal, y el duro con las mismas sustancias, añadiendo sal.

Por lo demás, el consumo de jabón ha debido ser muy considerable hace ya varios siglos, y así lo demuestra una patente concedida hace más de doscientos cincuenta años (1622), en Londres, á una Sociedad de jaboneros, por cuyo monopolio tenía que pagar anualmente 20.000 libras esterlinas, produciendo por lo menos 200.000 quintales. Esta patente dió origen á una enérgica oposición por parte de los demás jaboneros que no querían afiliarse á la Sociedad, muchos de los cuales sufrieron prisión durante largo tiempo, otros fueron multados, etc. El precio del jabón en Inglaterra fué establecido por el Gobierno, y la oferta de admitir un aumento en el impuesto, desde cuatro que era, hasta seis libras por tonelada, si se elevaba la extensión del privilegio, demuestra que los poseedores de éste no debían hacer mal negocio con tales precios. Sin embargo, pronto cayeron los Gobiernos en la cuenta de que con semejante restricción tiránica nada ganaba el bienestar público, y ya en 1637 fué retirada la patente concedida á dicha Sociedad, comprándosele también á precios elevados sus fábricas y existencias, y dejando en libertad á los jaboneros para emprender su industria.

Bien mirada, la invención del jabón en sus primeros tiempos es un hecho en alto grado sorprendente. En efecto, otros descubrimientos, antiguos también, como el hilado y el tejido, etc., ya eran de condición puramente mecánica, ora se fundaban en la aplicación del fuego, ó al menos permiten concebir el proceso, la serie de pasos que condujeron á su realización; pero el preparado del jabón es una operación química tan racional como pudiera plantearla la ciencia moderna, y es natural preguntarse: ¿cómo pudieron los hombres adquirir su conocimiento? ¿Qué es lo que sospecharían ó buscarían al manipular con ceniza, cal y grasa? Es imposible que preconcibieran como resultado de sus trabajos el jabón mismo, con las propiedades que tanta estima le dan

Los jabones del comercio son combinaciones químicas de ciertos ácidos contenidos particularmente en las grasas, con un álcali cáustico, potasa ó sosa. Ahora bien; éstos nunca se hallan libres en la Naturaleza; lo que contienen las cenizas son carbonatos alcalinos, y el medio más sencillo de quitarles su ácido carbónico para obtener los cáusticos, es la cal viva. En la ceniza de la leña se encuentra con preferencia el carbonato potásico; en la ceniza de las plantas marítimas y de las costas, el carbonato sódico; ambos dan jabones, pero no de igual calidad; el jabón de potasa es blando, y el de sosa duro. Haciendo uso de la sal común, ó cloruro sódico, puede convertirse un jabón potásico en sódico, pues el sodio del cloruro reemplaza al potasio en su combinación con los ácidos grasos, y, recíprocamente, el potasio ocupa el puesto del sodio, combinado con el cloro en la sal común. Los pueblos de la antigüedad no sabían una palabra acerca del fundamento científico de estos hechos, y, sin embargo, supieron provocarlos oportunamente, haciendo, al parecer, buenos jabones. Pero para adquirir nociones más precisas sobre la naturaleza del jabón, forzoso será, ante todo, conocer las grasas que nos suministran el componente principal de aquél.

Las grasas y los aceites grasos son de las sustancias más difundidas en el reino orgánico, pues se encuentran, aunque á veces sólo en cantidades muy pequeñas, en todo organismo animal ó vegetal. Sus propiedades exteriores son demasiado conocidas para que tengamos necesidad de describirlas. Hay grasas sólidas, otras líquidas á la temperatura ordinaria, y algunas de éstas se congelan por sólo un pequeño descenso en la temperatura. Tales como se presentan en la Naturaleza so n, por lo regular, mezclas de varias especies químicas diferentes, las cuales pueden separarse muchas veces por un simple descenso gradual de la temperatura; todo el mundo sabe que durante los fríos del invierno se separa de los aceites grasos, como el de olivas, el de colza, etc., una parte sólida, que tiene á veces la forma de láminas cristalinas y, por tanto, poseen un punto de fusión superior al de la porción que permanece líquida, y es diferente de ésta. En cuanto á su composición elemental, las grasas contienen carbono, hidrógeno y oxígeno; este último sólo en pequeña cantidad, por lo cual se manifiestan como cuerpos fácilmente combustibles. La proporción relativa en que entran los dos elementos combustibles (carbono é hidrógeno), comunica á las grasas la propiedad de arder con una llama de luz viva, y es causa de que algunas grasas se hayan empleado desde tiempo inmemorial como medio de alumbrado. No necesitamos citar más que los aceites de lino y colza, cuya extracción ha sido causa de que el cultivo de las plantas de que proceden hayan adquirido gran importancia agrícola. Aunque desde la introducción del petróleo los aceites vegetales se utilizan sólo rara vez para el alumbrado, su producción apenas ha disminuído, pues hoy se emplean muchos de ellos para fabricar jabones, y el de

lino en barnices y tinta de imprenta. El sebo y la manteca que se obtienen como producto de la cría de ganados, tienen otras aplicaciones, sobre todo como alimentos, en lo que se han empleado desde los tiempos más remotos, así como ciertos frutos oleosos de los países meridionales. El aceite de olivas se cita ya en los libros de Moisés. Con el transcurso del tiempo se ha ido ensanchando el conocimiento de los productos naturales de tal suerte, que hoy es grandísimo el número de las grasas aceites y sólidos conocidos. Los aceites grasos se pueden dividir en dos grupos, según la acción del aire, pues hay unos que, aunque se alteran en contacto con él, permanecen siempre untuosos, mientras que otros, extendidos en capas delgadas, forman, por la influencia del oxígeno, una costra dura y seca; los últimos son llamados *secantes*, y los primeros *no secantes*. Es fácil reconocer si un aceite pertenece á uno ú otro grupo: para ello basta mezclarlo con un poco de ácido nítrico y algunas limaduras de cobre; si el aceite no es secante, á las pocas horas se habrá concretado en una masa sólida y blanca, mientras que si es secante permanece inalterable.

FIG. 186.—Rama de olivo con flores y frutos.

Entre las grasas y aceites vegetales no secantes se emplean para varios usos, además del aceite de colza (de varias especies del género *Brassica*), principalmente el común ó de olivas (de los frutos del *Olea europæa)*, el de almendras (*Amygdalus communis)*, el de nuez de coco *(Cocos nucífera)*, el de palma (*Cocos butyrácea*, *Elais oleífera*, *Elais guineensis* y otras), el de sésamo (*Sesamum orientale*) y la manteca de cacao (de los frutos del *Theobroma cacao*). El aceite de palma, que en particular recibe también hoy aplicación á la fabricación de ácido esteárico, se obtiene en gran cantidad en las costas occidentales de Africa, donde los negros cuecen con agua, en grandes vasijas, los frutos del *Elais guineensis*, del grueso de un huevo de paloma, y van recogiendo el aceite graso que desprenden dichos frutos y que sobrenada en el líquido acuoso. El aceite de nuez de coco, recién extraído, tiene un gusto agradable y puede emplearse para condimentar los alimentos. Pertenecen también á este grupo el aceite graso de mostaza, el de avellana, el de bellota; más usados que los dichos son el aceite de behén (*Moringa oleífera*) y el de cacahuetes (*Arachis hypogæa*). Entre los aceites secantes que expuestos al aire forman capas resinosas transparentes, son los más importantes: el de lino (*Li-*

num usitatissimum), el de nuez (*Inglans regia*), el de adormideras (*Papaver somniferum*), el de cañamones (*Cannabis sativa*), el de ricino (*Rhicinus communis*), el de pepitas de oro (*Vitis vinifera*), el de calabaza (*Cucúrbita pepo, Cucúrbita melopepo*), el de la semilla del algodonero (*Gossypium barbadense*), el de la *Calina sativa*, el del girasol (*Helianthus anuus*), etc. El aceite de las semillas del algodonero se obtiene hoy en grandes cantidades en los países en que se cultiva esa planta, utilizándolo para falsificar el aceite de olivas. La manera de obtener estos productos vegetales es, en general, muy sencilla, pues en la mayor parte de los casos basta para ello someter á presión la parte de la planta que contiene el aceite; sin embargo, cuando se desea apurar más completamente el producto, se emplea el sulfuro de carbono. Más difícil es obtenerlo en estado de pureza, alejando toda otra sustancia, goma, etc., que puedan contener los aceites obtenidos por expresión. Tratándose del aceite común de colza, se hace uso de una pequeña cantidad de ácido sulfúrico, que carboniza rápidamente las materias extrañas y no afecta de un modo sensible al aceite en esta pequeña cantidad en que se emplea.

Entre las grasas animales, la manteca tiene una importancia especial como alimento. Es sabido que forma una de las partes componentes de la leche, en la que está contenida en forma de gotitas, que por un reposo prolongado ascienden á la superficie, constituyendo la nata. Estas gotitas se reunen en una masa, que puede separarse de la leche por procedimientos mecánicos. Pero además de la grasa pura, la manteca obtenida de la leche de vaca contiene también pequeñas cantidades de coágulo, así como algo de suero, que no se pueden eliminar completamente por la loción, y cuyas dos sustancias ejercen cierta influencia sobre el gusto de la manteca, y principalmente sobre sus cualidades; por último, hay también en la manteca pequeñas huellas de materias colorantes y aromáticas, que varían según la alimentación de los animales. Tales componentes accesorios son los que determinan la bondad de la manteca fresca, y á los que no puede sustituir con nada la llamada manteca artificial.

En efecto: el aumento de precio que ha experimentado en los últimos años la manteca de vaca ha hecho pensar hace tiempo en la preparación artificial de un producto que la sustituyera, para lo cual daba los medios el análisis exacto de su composición química; pero esta aspiración no ha podido realizarse sino incompletamente, por las razones indicadas. La manteca artificial se obtiene con las partes grasas más fluidas del sebo de ternera, por expresión del tejido adiposo que cubre los riñones, y cuya grasa líquida (*Oleo margarina*) se colorea convenientemente y hasta se adiciona con sustancias que le den sabor y olor agradables. Pero aunque este preparado pueda encontrar aplicación oportuna para algunos usos, es lo cierto que nunca se consigue comunicarle aquel dulzor y gusto especiales, característicos de la manteca de vaca. La manteca

artificial produce en nuestra lengua la impresión de un cuerpo granujiento, y además tiene que luchar contra la prevención que generalmente causa todo lo que lleva un nombre postizo, y cuya procedencia no se conoce.

Además de la manteca, se emplean también en grandes cantidades para diversos usos: el sebo de carnero, buey y cabra; la manteca de cerdo, la grasa de caballo, de ballena, de foca, de delfín, de bacalao (el aceite de hígado), y la *spermaceti*, que se encuentra en la cavidad craneana de los cetáceos. Lo mismo en los animales que en las plantas, la grasa se halla contenida en pequeñas celdillas, que en los primeros se halla entre el tejido celular; calentando éste puede fundirse y hacerse fluir el contenido de dichas celdillas. Ya hemos visto, al hablar de la carne, que se consigue esto del mejor modo, haciendo aplicación del vapor de agua á alta presión.

Acerca de la naturaleza química de las grasas, debemos principalmente nuestros conocimientos á Braconnot, y sobre todo á Chevreul. El primero de estos químicos, nacido en Nancy y fallecido el año 1854, sabía ya en 1815 que las grasas no eran de condición homogénea, sino que contenían diversos componentes, caracterizados por poseer distintos puntos de fusión. Separó por presión mecánica la parte sólida del sebo de buey de la parte líquida, á la temperatura ordinaria, dando á la primera el nombre de estearina, y el de oleína á la segunda, en virtud de su aspecto oleoso. Este descubrimiento fué poco utilizado en un principio por la industria. Braconnot se asoció á un farmacéutico de Nancy, Simonnin, y ambos obtuvieron en 1818 una patente sobre preparación de bujías de una nueva sustancia, que llamaron *céromimène*, y que consistía en estearina con una pequeña cantidad de cera; pero la cosa no parece que adquiriera gran extensión, pues casi todos los escritores manifiestan ignorar este hecho. Sólo algunos años después (1820), cuando Chevreul realizó sus clásicas investigaciones sobre las grasas, poniendo en claro la constitución química de ellas, comenzaron á recibir decisivo impulso en sus procedimientos las ramas de industria relacionadas con las expresadas sustancias. Chevreul (fig. 187) demostró que era falsa la hipótesis de que al formarse los jabones las grasas se combinaran directamente con los álcalis, sin más ni más, según la cual dichas grasas revelarían propiedades ácidas. Demostró que las grasas mismas debían considerarse ya más bien como combinaciones salinas de un cuerpo básico y otro ácido, y que, al actuar un álcali, aquella débil base contenida era simplemente desalojada y reemplazada por él. De los ácidos grasos obtuvo Chevreul varios, y su número fué aumentando por los descubrimientos de otros químicos. Sin embargo, durante largo tiempo los únicos conocidos fueron el oléico, el palmítico y el esteárico, estos dos últimos sólidos á la temperatura ordinaria: se había creído encontrar otro, que recibió el nombre de ácido margárico por el brillo nacarado de sus cristales; pero más adelante se logró desdoblarle en los dos citados anteriormente. El

ácido oléico es líquido. Los tres carecen de olor. Pero, además de ellos, existen en diferentes grasas otros ácidos, que se distinguen, en el estado libre, por olores característicos, como son el ácido butírico, el caprílico, el valeriánico, etc., cuya aparición se hace perceptible muchas veces de un modo desagradable, y como señal de una descomposición ó enranciamiento de las grasas. Los ácidos láurico, myrístico, arachídico, bénico, hyénico, cerótico y melísico son ácidos grasos sólidos inodoros. El cuerpo básico combinado con los ácidos en las grasas, ó sea el óxido glicérico, tiene cierta analogía con el éter en cuanto á su constitución química; cuando es desalojado por los álcalis, como sucede en la formación de los jabones, toma tres moléculas de agua y se transforma en un cuerpo, correspondiente químicamente al alcohol ordinario, que es la glicerina (hidrato ó alcohol glicérico). En esta forma es en la que aparece como producto secundario de la fabricación de jabones, y el nombre de glicerina que ha recibido responde á su sabor dulce (de la palabra griega *glykos*, dulce).

FIG. 187.—Chevreul.

La glicerina fué ya descubierta por Scheele (1779), que la llamó principio dulce de los aceites. En los tiempos modernos se le han encontrado una porción de aplicaciones. Es fácilmente soluble en el agua, por lo cual se la encuentra en los líquidos restantes al preparar el jabón. De ellos se obtuvo desde un principio, pero sólo excepcionalmente y en pequeñas cantidades, toda vez que no se le conocía aplicación alguna. Hoy existen fábricas que compran los residuos de las lejías de las grandes fábricas de jabón para extraer de ellos la glicerina, y desde que se ha aprendido á preparar los ácidos grasos sólidos con destino á la fabricación de bujías del aceite de palma, que da también grandes cantidades de glicerina, se ha abierto un manantial, muy económico también de dicha sustancia. La glicerina es en cierto modo un cuerpo intermedio entre las grasas y el agua. Soluble en esta última, tiene mucho de común con las grasas, y esto hace muy útil su empleo en la medicina, sobre todo como excipiente para ciertos medicamentos. Su acción sobre ciertas fibras orgánicas y tejidos se funda en la circunstancia de que no seca nunca. De aquí que suavice la piel, y que por ello haya adquirido rápida-

mente la categoría de un artículo de tocador sumamente estimado, de tal suerte, que hay ciertos jabones á los que, no solamente no se les quita la glicerina contenida desde un principio en la grasa, sino que de intento se les añaden mayores cantidades de ella (jabón de glicerina). El colodion, que por sí mismo es muy quebradizo, adquiere blandura y flexibilidad permanentes por la adición de una pequeña cantidad de glicerina; lo mismo sucede con las membranas orgánicas, la fibra del papel, etc., y para ciertos usos se fabrica un papel con cuya pasta se mezcla una pequeña porción de glicerina. Por la misma razón puede también servir en la industria textil para el apresto de los tejidos, así como para sustituir al engrasado del algodón. Mezclado con goma, forma la glicerina el material para los rodillos de imprenta, en lugar de la melaza empleada en otros tiempos. Como que no entra en fermentación en las circunstancias ordinarias, es también un medio excelente para conservar ciertas sustancias expuestas á la podredumbre. La albúmina y la goma arábiga, disueltas en glicerina, permanecen por espacio de mucho tiempo completamente inalterables y sin secarse. Como los fríos más intensos no la congelan, también es de un uso muy conveniente para llenar los contadores de gas; sin embargo, hoy día se utilizan con preferencia contadores secos. De sus aplicaciones á la cervecería y á la fabricación de vinos ya hemos hablado antes, en los lugares correspondientes, y también de su empleo para obtener nitroglicerina con destino á la fabricación de dinamita. Por lo demás, y según ha demostrado Pelouze, puede provocarse ya el desdoblamiento de las grasas en glicerina y ácidos, por medio del jabón de cal sin que contenga álcali libre; también el ácido sulfúrico, y hasta el mismo vapor de agua recalentado (á 172° centígrados) y á alta presión, actúan del mismo modo. Estos hechos han adquirido importancia en la preparación de los ácidos grasos sólidos con destino á la fabricación de bujías, conforme tendremos ocasión de apreciar más detenidamente. Los ácidos grasos sólidos pueden cristalizar, y forman entonces una sustancia blanca, de aspecto agradable y un brillo nacarado. El ácido esteárico funde á 69° centígrados, y el palmítico á 62°; á temperaturas más elevadas permanecen líquidos, y pueden destilarse en una atmósfera enrarecida. Los ácidos grasos se combinan muy fácilmente con las bases, dando compuestos insolubles con los óxidos metálicos y tierras, de los cuales nos ofrecen ejemplo los emplastos y compuestos solubles con los álcalis; v. gr., los jabones.

Los jabones son, pues, químicamente considerados, sales en las que las bases alcalinas se hallan unidas á los ácidos grasos, ó bien, según los nuevos puntos de vista de la ciencia, ácidos grasos en los que cierta cantidad de hidrógeno ha sido reemplazada por metales, que en el caso de los jabones ordinarios son el sodio y el potasio. Los dos álcalis correspondientes, sosa y potasa, se emplean, sin embargo, en casos distintos; pues la condición de

dureza ó blandura que respectivamente comunican al jabón le hace apto para aplicaciones diversas. La combinación ya citada con la cal, ó sea el jabón cálcico, se produce, con gran descontento del que usa el jabón ordinario, cuando se pone éste en contacto con un agua cruda ó caliza. El jabón se corta, según decimos generalmente, lo cual consiste en que la cal desaloja al álcali y se une al ácido graso, formando un compuesto insoluble.

Las materias grasas empleadas en la preparación de jabones eran antes casi exclusivamente el sebo ó grasa animal; pero en la actualidad han cambiado mucho las circunstancias, sobre todo por el aprovechamiento que hoy se hace en grande escala de los aceites de palma y de nuez de coco; desde la introducción de estos aceites se han establecido grandes fábricas de jabón, el cual ha mejorado mucho de aspecto; pero desgraciadamente no puede decirse otro tanto respecto de su valor intrínseco, pues el aceite de nuez de coco permite al jabón contener una cantidad inverosímil de agua (hasta más de 75 por 100), sin que se revele en la apariencia externa, y la cual hacen pagar como jabón, á los compradores descuidados, algunos comerciantes poco escrupulosos. Los aceites de oliva, de cañamón, de colza, de lino, de semilla de algodonero, de sésamo, etc., se emplean, bien para la fabricación de jabones especiales, bien sólo como adición accesoria. Lo mismo se puede decir de la grasa de pescados. La oleína, ó parte líquida de las grasas, que queda como residuo en la fabricación de bujías, constituye asimismo una primera materia de importancia para los jabones, y, por último, se han introducido también como ingredientes de algunos de ellos la trementina, colofonia y resinas análogas, al lado de cuyas sustancias se hacen más valiosas las clases más inferiores de grasas y aceites. En efecto; las resinas, algunas de las cuales se adquieren á muy bajo precio, tienen una constitución química semejante á la de las grasas, pues poseen ácidos resinosos que forman, del mismo modo que los grasos, combinaciones con los álcalis. Estas combinaciones se conducen, por sus propiedades, de un modo completamente análogo á los jabones. Los jabones resinosos son insustituíbles, en particular para la fabricación de papel continuo. Para la jabonería en general, las resinas tienen principalmente el carácter de un medio de economizar la grasa, que al mismo tiempo hace más duro al jabón, y, por tanto, capaz de admitir una cantidad mayor de agua.

Las grasas comunes no pueden formar jabón si no es mediante una cocción prolongada con los álcalis; pues si bien los ácidos grasos tienen bastante afinidad con ellos, es preciso que ante todo se verifique la descomposición indicada de la materia grasa, y esta descomposición sólo se produce de un modo gradual, efecto de la poca adhesión entre la grasa y el agua. Se puede, sin embargo, provocar una formación instantánea de jabón, al menos como experiencia en pequeño, disolviendo por una parte el álcali cáustico y por otra la grasa en alcohol caliente, y juntando ambas disoluciones. El aceite de nuez

de coco es una excepción de lo dicho, pues su saponificación avanza rápidamente en el agua hirviendo, y aun basta una temperatura de 80° centígrados para que se inicie en presencia de una lejía de sosa concentrada.

MÉTODOS DE LA JABONERÍA

En este estudio podemos partir del antiguo procedimiento para obtener jabón ordinario ó de sebo. Es éste un jabón sódico, y pueden utilizarse para él, además del sebo puro, toda clase de desperdicios de grasa animal, hasta los más impuros y rancios. La lejía que sirve para la saponificación se prepara apagando cal viva con una cantidad de agua tal, que resulte sólo una masa grumosa, húmeda, que se mezcla con cenizas de leña, vertiendo la mezcla en un tonel de doble fondo, donde se rocía con agua y se deja por algunas horas. El agua disuelve el carbonato potásico (potasa del comercio) de las cenizas, pero la cal se apodera del ácido carbónico de éste y lo transforma en álcali cáustico, llamado en la química moderna hidrato de potasio. Después que la acción se ha prolongado lo suficiente, se abre la llave del fondo del tonel y se deja salir la lejía, que será más ó menos fuertemente cáustica, según haya sido más ó menos completa la descomposición del carbonato potásico. Se puede reconocer en la lejía la existencia de este carbonato sin descomponer, añadiendo un ácido, que producirá en el líquido efervescencia. De modo que deberá dejarse la lejía en el tonel en contacto con la cal hasta tanto que pierda esta propiedad y contenga solamente, en lo posible, álcali cáustico. Pero como lo que se desea obtener no es un jabón potásico blando, sino un jabón sódico duro, hay que efectuar una operación, ya en práctica desde hace mucho tiempo, y que estudiaremos más adelante. Hoy no se hace ya, sin embargo, uso de las cenizas en la mayor parte de las jabonerías; pues, prescindiendo de que son siempre raras las cenizas puras de leña, el gran desarrollo que ha adquirido en la industria moderna la fabricación de sosa artificial permite, con su empleo, alcanzar el fin propuesto de un modo más seguro, más rápido y más económico. Así, pues, en lugar de las cenizas se toma hoy generalmente carbonato de sosa; se le disuelve en agua caliente y se vierte la disolución, caliente también, sobre cal, en los tinos especiales para el objeto, donde la lejía se hace pronto cáustica y puede extrarse. Pero, además, desde hace ya algún tiempo se preparan en fábricas especiales, tanto disoluciones muy concentradas y puras de sosa cáustica, como esta misma en estado sólido, y el comercio suministra semejantes materias á los jaboneros, cuya labor resulta así simplificada. De todos modos al preparar la lejía se obtiene un primer líquido, que es la lejía fuerte, con la que comienza la saponificación; y rociando de nuevo la mezcla con agua, una segunda lejía más débil, de que se hace uso para terminarla.

Hace algún tiempo adquirió, en apariencia, gran importancia, tanto para fabricar carbonato sódico como para obtener directamente lejía de jaboneros, la criolita, mineral procedente de Groenlandia, donde existe formando rocas. Sin embargo, este material no ha podido explotarse en bastante cantidad ni con bastante economía. La criolita consiste en fluoruro de aluminio y fluoruro sódico, y se descompone con tanta facilidad, que basta calentarla con cal para obtener por una parte fluoruro de calcio, y por otra alúmina y sosa. Esta reacción se consigne mejor calentando, pero por la vía húmeda, con lo cual resulta una lejía de sosa cáustica que retiene en disolución la alúmina.

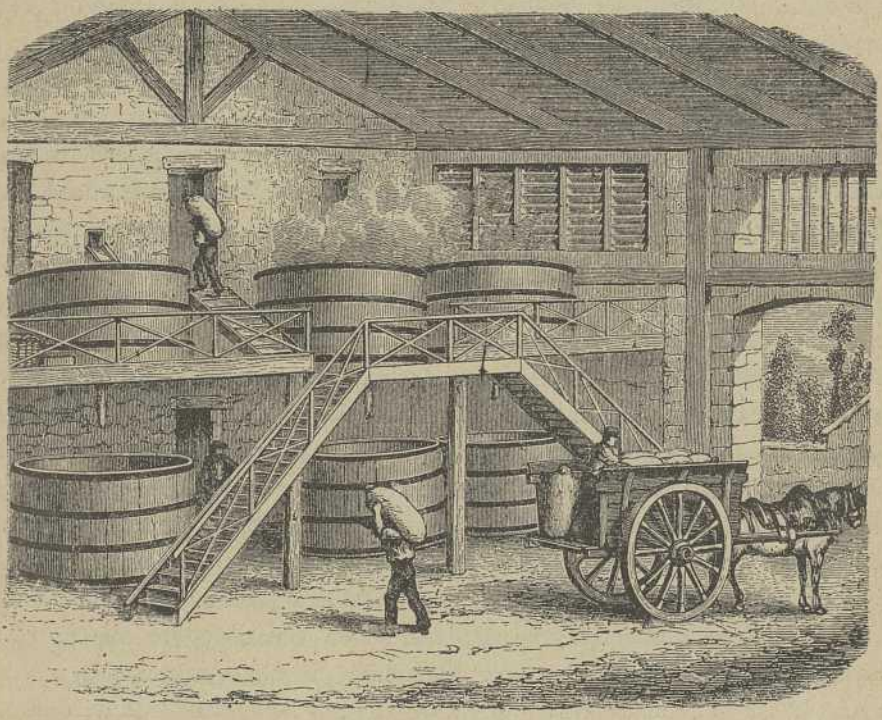


FIG. 188.—Fusión del sebo.

Ahora bien: para obtener el carbonato de sosa hay que eliminar la alúmina, pero para la jabonería puede dejársela, por más que, no prestando ninguna ventaja respecto á las cualidades del jabón, y sí sólo un aumento en el peso de éste, más bien perjudica que favorece los intereses del público. La lejía filtrada para separar el fluoruro cálcico insoluble puede, pues, emplearse inmediatamente como lejía de jaboneros, no siendo, por tanto, impropio por completo el nombre de sosa mineral que lleva la criolita entre aquéllos. En cuanto á la riqueza en sosa, 50 kilogramos de criolita pura corresponden á 38 de carbonato sódico puro y calcinado.

Para que con la lejía cáustica y la materia grasa pueda formarse la sal, en que consiste el jabón, es necesario poner dichas sustancias en íntimo con-

tacto, para lo cual hay que calentar, tanto la grasa como la lejía, fundiendo la primera, pues sólo en el estado líquido puede ser completa la acción recíproca entre ambas. Esta operación recibe el nombre de cocción. (Fig. 188.)

Las calderas que sirven para ella son relativamente hondas, y de hierro ó cobre en la parte inferior, donde reciben el contacto del fuego, y de madera ó de obra en la parte superior que da cabida á la masa, que se hincha y asciende por efecto de la ebullición. Las grandes fábricas utilizan con ventaja la calefacción por el vapor; es decir, que hacen penetrar en la caldera surtidores de vapor de agua en la proporción necesaria para calentar hasta su ebullición y mantener en ella al líquido, sin necesidad de fuego directo. Se pone primero en la caldera una porción de lejía, y cuando hierve, se le añade el sebo, y se sostiene una ebullición moderada, entretanto que se agita sin cesar. El sebo fundido forma inmediatamente con la lejía un caldo lechoso, que señala el comienzo de la acción química, y para protegerla se sostiene siempre la temperatura del punto de ebullición, se agita la masa, y se añade lejía á medida que sea necesario. Una vez terminada la reacción, la masa forma una jalea limpia y espesa, lo que no se consigue muchas veces sino después de cuatro, seis, ocho ó más horas; pero, hasta tanto que se llega á dicho estado, hay que mantener la ebullición, y el jabonero debe saber si el enturbiamiento subsistente depende de la falta de sal de lejía, en cuyo caso hay que añadir una más concentrada, ó si la lejía de la caldera está, por el contrario, demasiado concentrada, en cuyo caso hay que añadir una más diluída. Este segundo caso se reconoce por lo turbio de la lejía misma. Cuando, por último, se ha conseguido el objeto de tal modo que una porción extraída como prueba se congela en una película transparente, se procede á la importante operación ya citada: la *saladura.*

Sin cesar de calentar y agitar la masa, se va echando poco á poco en la caldera sal común en polvo, ó una disolución de ella, que ejerce una doble acción, cuando habiendo empleado en un principio lejía potásica (ó de cenizas) se trata de obtener jabón de sosa. En efecto, entre el jabón potásico (ó sales potásicas de los ácidos grasos) y el líquido salino (cloruro sódico) tiene lugar una doble descomposición química tal, que ambos cuerpos cambian entre sí los elementos metálicos de sus bases, originándose, por consiguiente, cloruro potásico, que permanece disuelto en el líquido al mismo tiempo que los ácidos grasos se combinan con el sodio, formando sales sódicas correspondientes, y así resulta, por último, un jabón sódico, á pesar de haber empleado en un principio lejía potásica. Hoy día no se emplea ya el carbonato potásico (ó potasa del comercio) cuando se trata de preparar un jabón sódico, toda vez que se tiene en el carbonato de sosa un medio directo y extraordinariamente económico para este objeto. El uso de la potasa se reserva para los casos, menos frecuentes, en que se quiere obtener jabón potásico ó blando.

La segunda acción de la sal común descansa sobre condiciones particulares de solubilidad, que se tienen también en cuenta cuando se prepara directamente el jabón con carbonato sódico. En efecto; el jabón se disuelve en agua pura, pero no en un agua que contenga ya disueltas ciertas sales, y la sal común ó el cloruro potásico, después de disolverse, producen una separación de la masa jabonosa y el resto del líquido, cuya separación es tanto más completa cuanto más exactamente se halle contenida en el jabón la cantidad de sal necesaria. Es difícil la medida de esta cantidad, y su apreciación constituye uno de los puntos principales de la jabonería; tan perjudicial es pecar por exceso como por defecto. Pero cuando la saladura se ha verificado con acierto, la masa jabonosa flota toda como un líquido coherente en suspensión sobre la lejía inferior, de la cual puede separarse ó espumarse con facilidad. La saladura tiene, además, la ventaja de que contribuye esencialmente á la purificación del jabón, pues separándose la masa jabonosa en la capa superior, todas las materias extrañas, álcalis en exceso, sales, glicerina y las impurezas solubles contenidas en el sebo, permanecen en el líquido inferior. Por lo demás, esta purificación no se obtiene de un golpe, sino que exige, por lo menos, dos operaciones, y cuando las primeras materias son impuras, hasta cuatro ó cinco. Para este fin se vacía por completo la caldera, recogiendo la masa jabonosa y arrojando el líquido inferior; se pone entonces de nuevo en la caldera aquélla, con una lejía más débil, y se hierve la masa, añadiendo, si es menester, nueva lejía, hasta que se forme de nuevo la gelatina indicada, que se somete á una nueva saladura. Esto constituye la cocción con segunda lejía; del mismo modo se practica con una tercera ó cuarta, pero generalmente se da fin con la segunda, procediendo á terminar el preparado del jabón con la operación que consiste en clasificarlo.

Mediante esta última labor, el jabón, que hasta entonces tenía una estructura grumosa y espumosa, debe transformarse en una masa que fluya tranquilamente y sin burbujas. Para ello, después de haber hecho la última saladura más débil que las anteriores, se prosigue la cocción con ella durante un tiempo mayor, reduciéndose la proporción de agua en el jabón y la lejía. La clarificación se verifica siempre á fuego directo. A medida que avanza la cocción va desapareciendo la espuma, formándose tan sólo algunas burbujas grandes, y, por último, se concreta la masa en la superficie, formando costras viscosas, que el vapor no puede atravesar sino con dificultad, y dejando oir una especie de silbido. Esta es la señal de que toca á su término el preparado del jabón; entonces, bien se recoge y se lleva inmediatamente al refrigerante, ó bien se deja tranquilo algún tiempo en la caldera, cubierto y expuesto á un fuego muy débil, de suerte que apenas se mantenga líquido y que las últimas burbujas se vayan desprendiendo lentamente. La masa de jabón formada se vierte, aún caliente, sobre moldes formados de tablas y dispuestos de modo

que pueda pasar de unos á otros, en los cuales se enfría lentamente. El fondo de estos moldes está agujereado y cubierto de una tela, con objeto de que puedan filtrar las pequeñas cantidades de lejía que impregnaran todavía al jabón. La masa contenida en uno de estos moldes, que suele ser bastante considerable, exige, para solidificarse, de ocho á diez días. Durante este período de enfriamiento se produce en el interior de la masa una especie de separación, pues en el seno de la parte homogénea y amorfa se encuentran otras cristalinas. De aquí el conocido aspecto marmóreo adquirido por el jabón, y que se puede modificar á voluntad, hasta cierto punto, agitando éste con una varilla de hierro. Pero el color más ó menos oscuro de esas venas depende simplemente de impurezas que se separan de la parte que cristaliza, acumulándose en la blanda y amorfa. Por más que se imita también artificialmente el aspecto marmóreo, y en particular á ciertos jabones de aceite de nuez de coco se les da dicho aspecto en colores vivos, rojo, azul, etc., para una persona práctica en el asunto no son estos dibujos, por muy finos y exactos que se ostenten, la mejor señal de la bondad de un jabón, ó sea principalmente de la cantidad de agua que contiene, si bien es verdad que no pueden presentar la apariencia característica cuando la proporción de agua excede de cierto límite. El citado mármol artificial se obtiene juntando en el estado líquido, y mezclando por la agitación con una varilla de hierro, dos jabones de color diferente, por ejemplo, uno blanco y otro rojo. Se puede hacer que resulte un jabón con la apariencia más completa del mármol, rociándolo durante cierto tiempo con una lejía de concentración conveniente, la cual va filtrando de un modo gradual á través de la masa de arriba á abajo. Se puede impedir la formación de mármol por un reposo prolongado en un período anterior cuando la masa jabonosa es fluida, de manera que puedan depositarse las impurezas, así como también empleando cajas de hierro, en las que la masa se solidifica mucho más rápidamente que en los moldes de madera.

El jabón, bien frio y endurecido, no tiene ya más que partirse en trozos. Se deshace la caja del molde, quitando las tablas que la formaban, y se corta el jabón primero en láminas horizontales, con un alambre que tiene dos cogedores ó mangos. Uno de los operarios tira de él por ambos extremos, de modo que actúe á modo de sierra; el otro cuida de conducirlo para que siga la señal trazada de antemano. De un modo análogo se practica la división del bloque de arriba á abajo en tablas de mayores ó menores dimensiones (figura 189).

Así se obtiene el jabón fuerte, del cual pueden salir tan sólo de 150 á 155 kilogramos con 100 de grasa. Pero se puede aumentar este rendimiento añadiendo de 15 á 20 kilogramos de lejía muy débil, ó de agua, bien á la jalea abonosa formada en la caldera, bien en el refrigerante, agitándola al mismo tiempo. Los antiguos jaboneros no pensaron en esto, ó no pudieron hacerlo,

pues el jabón era viscoso cuando la adición excedía de aquel valor, y quebradizo al secarse. Los fabricantes modernos consideran preferible la adición de la lejía en el refrigerante, lo que tal vez se deba á las propiedades de la primera materia empleada, el aceite de nuez de coco. Esta grasa, no tan sólo da un jabón que sigue siendo compacto y duro con una gran cantidad de agua, sino que una pequeña adición de aquélla al sebo, ó á cualquiera otra, hace que estas últimas se conduzcan como el aceite de nuez de coco en el jabón, por lo cual en muchas fábricas de jabón en que se emplease el sebo, se cuida también de añadir aceite de nuez de coco y una cantidad de agua mayor de lo regular. La práctica de la fabricación fraudulenta es muy sencilla; se suprime la saladura, ó bien no se practica en un grado tal que se separe la masa jabonosa de la lejía restante; se deja, por el contrario, que se concrete y endurezca todo el contenido de la caldera con agua, lejía, glicerina y sal en una especie de jabón, al parecer duro y bueno, y del cual pueden resultar sobre 300 partes por cada 100 de grasa. En condiciones un poco más escrupulosas se obtiene un jabón ordinario, en proporción de 200 á 220 partes por 100 de grasa. Como además se utilizan muchas veces hasta materias térreas, como, por ejemplo, espato pesado en polvo, esteatita, etc., para aumentar el peso de la masa, tal vez no desagrade á algunos consumidores el que les ofrezcamos aquí una guía sencilla y práctica para el ensayo del jabón. Hoy se añade, para producir un aumento de peso, hasta silicato alcalino ó vidrio soluble.

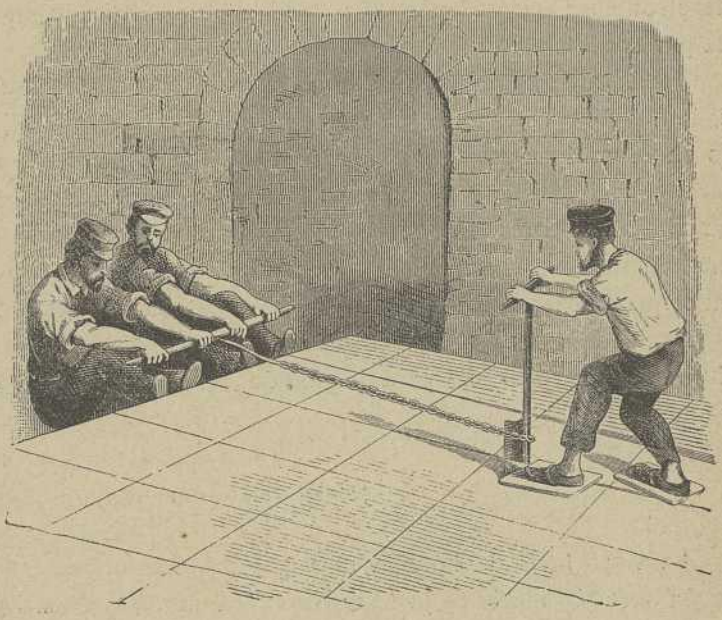


FIG. 189.—División de la masa de jabón en trozos. (Marsella.)

ENSAYOS DE LOS JABONES

Se toma un trozo regular de jabón bien pesado, se corta en virutas lo más finas posible, y se secan éstas á una temperatura que no exceda de la de

ebullición del agua hasta tanto que no pierdan ya de peso; la diferencia entre este peso y el primitivo corresponde al agua que contenía el jabón. Después se disuelve cierta cantidad de jabón en bastante agua caliente, dejando el líquido en reposo; de existir espato pesado, esteatita ó sustancias térreas análogas, se depositarán en el fondo de la vasija en forma de precipitado blanco. También debe disolverse por completo el buen jabón en alcohol concentrado y caliente, dando un líquido claro. Los demás ensayos del jabón no pueden practicarse con regularidad por los profanos, siendo, por el contrario, necesario encomendarlos á los químicos. El jabón de sosa bien preparado no debe contener más de un 25 por 100 de agua, existiendo en este caso de 8 á 11 por 100 de sosa, y lo restante de ácidos grasos.

Sería raro que no existiera también un modo de fabricación rápida, aplicado á los jabones. Hay, en efecto, varios, llamándose así al procedimiento en el cual se practica una rápida saponificación. Con aceite de coco y otras grasas, y lejías muy concentradas y sin adición de sal común, se obtiene un jabón compacto con mucha agua é impuro, por el estilo de los indicados anteriormente. Pero la fabricación rápida más conveniente consiste en emplear sosa cáustica pura, sebo ó aceites bien purificados. Cociendo en la caldera tales lejías y grasas, se obtiene con rapidez, y desde luego, un jabón duro excelente, que se separa del líquido con una pequeña cantidad de sal común.

JABÓN POTÁSICO

Para los fines de la vida diaria, lo más importante es la preparación de jabón duro por medio de la sosa; pero para algunas aplicaciones industriales, particularmente para las fábricas de tejidos de lana, se prefieren jabones blandos, cuya preparación constituye, por tanto, uno de los fines especiales de la jabonería. Se fabrican estos jabones sin dificultad, si bien es necesario, para satisfacer las aspiraciones de los consumidores, tener en cuenta algunos detalles que sólo la experiencia puede enseñar. Se saponifica con lejías potásicas, que no es necesario sean completamente cáusticas, principalmente los aceites y grasas semilíquidas, con ó sin adición de sebo ó aceite de palma; el aspecto y el olor del jabón son variables, según los materiales empleados. Con aceite de cañamones se obtienen jabones verdes; los negros, y también algunos verdes, son coloreados artificialmente. El jabón de aceites de pescados revela pronto su origen por el olor. La cocción de las sustancias empleadas es una operación sencilla; y en cuanto á la separación de las impurezas por medio de la saladura, hay que advertir que podría el jabón convertirse por ésta, de potásico, en sódico. Sin embargo, puede emplearse una cantidad moderada de sal ó de sosa sin que afecte al carácter de jabón blando del producto.

JABONES DE ACEITES Y RESINAS

El aceite de palma, extraído de los frutos amarillos (del grueso de huevos de paloma) de la palmera *Avoira elais* ó *Elais guineensis*, se emplea en grandes cantidades para la fabricación de jabones, particularmente en Inglaterra, ya solo, ya mezclado con resinas ú otras materias grasas. El aceite de palmera se saponifica muy fácilmente, y da, cuando se emplea sin purificar, un jabón amarillo algo transparente; si se le descolora previamente, el jabón resulta blanco y muy semejante al de sebo. El aceite de nuez de coco se conduce en la saponificación de un modo esencialmente distinto al del sebo y demás sustancias grasas. En efecto; mientras que éstas no se saponifican con lejías demasiado concentradas, el aceite de nuez de coco da lugar, precisamente en este caso, á una formación rápida de jabón, con sólo calentar un poco, y sin que se forme antes la emulsión lechosa del caso anterior. Además, como el jabón procedente de dicho aceite es soluble en el agua salada, no hay lugar á saladura alguna en su preparación; la masa jabonosa, junta con la lejía, se pone en los moldes, en los que adquiere rápidamente una gran dureza. Ya hemos hecho observar cómo el aceite de nuez de coco comunica á otras primeras materias propiedades análogas á las suyas propias, y cómo la industria moderna ha hecho aplicación de ello.

En nuestro país y en toda la Europa meridional se emplea para la fabricación de jabón el aceite de olivas de las segundas prensas. La base para la saponificación es desde muy antiguo el carbonato de sosa, pues ya antes de la fabricación en masa de este producto (de la que tratamos en el tomo IV) se utilizaba en dichos países el producto de la incineración de plantas marítimas, cuyo producto, consistente en un carbonato sódico impuro, era conocido con el nombre de *barrilla*.

La fabricación de jabones con este aceite tiene mucha importancia, y de ello ofrecen ejemplo los jabones producidos hace mucho tiempo en Marsella y en Venecia, cuyo uso está difundido por el mundo entero. En el siglo XII existían ya, según los escritores franceses, grandes fábricas de jabón en la primera de las ciudades mencionadas. En un principio se servían éstas de la barrilla, que se obtenía en el país de Arlés por la incineración de plantas adecuadas, hasta que por el crecimiento de las aplicaciones del jabón, la industria fué necesitando cantidades más crecidas de aquella primera materia, importándola entonces de España, de Italia y del Oriente. Entretanto, el laborioso y comercial pueblo de la república veneciana introdujo en su país esta productiva rama de industria por el siglo XV, y favorecida por la abundancia de primera materia, así como por la facilidad en el transporte, alcanzó pronto un

estado de gran florecimiento. Todavía conservan los jabones venecianos la fama conquistada en aquellos tiempos, habiendo tenido que hacer grandes esfuerzos los fabricantes de Marsella para recobrar la preeminencia alcanzada en un principio; tanto más, cuanto que tuvieron que luchar muchas veces contra disposiciones muy restrictivas de los propios Gobiernos franceses. Así, por ejemplo, en tiempos de Luis XIV obtuvo un tal Rigat un privilegio exclusivo para la fabricación de jabones de todas clases por espacio de veinte años. Las fábricas existentes podían seguir trabajando, pero sólo á la condición de que no habían de aumentar el número de sus calderas, y de que ofrecieran sus productos á Rigat á un precio fijo. Además, el poseedor del monopolio disfrutaba de otros privilegios, ya personales, ya relativos á sus fábricas y anexos. Como es natural, tales privilegios levantaron una tempestad de protestas, que dió por resultado final la pérdida de la patente de Rigat al cabo de algunos años. Otros decretos asimismo absurdos se dictaron respecto de las condiciones puramente técnicas de la fabricación, la época del año en que ésta había de permitirse, las primeras materias que habían de emplearse, etcétera, etc., cuyo resultado fué una serie de contravenciones y falsificaciones, en virtud de las cuales la fama del jabón marsellés había desmerecido tanto, que en 1811 dió Napoleón un decreto disponiendo que todo fabricante de jabón adoptara para cada una de las diferentes clases de su producción una sola marca bien determinada, en la cual se señalaran con toda exactitud los materiales que se hubieran empleado en su elaboración, bien aceite de olivas, bien sebo, etc. Desde la introducción del carbonato de sosa artificial, empezó á usarse en la fabricación de jabones de Marsella el aceite de adormideras, que se hizo necesario para contrarrestar la excesiva dureza manifestada por los jabones obtenidos con dicho carbonato. Antes de esto, el único aceite empleado era el de olivas, mientras que después se introdujeron todavía otros varios. Sin embargo, algunas fábricas, que sólo preparan productos de primera calidad, emplean todavía hoy exclusivamente el aceite de olivas, con adición de un poco de aceite de sésamo ó de chufas. El número de fábricas de jabón en Marsella era de 83 en 1811; en 1820 se elevó á 88, y en 1866 descendió á 52. Sin embargo, la producción había crecido, desde 35 á 40 millones de kilogramos que era en 1820, hasta 55 millones que era en 1866, pues la disminución del número de fábricas era principalmente consecuencia de la asociación de los pequeños fabricantes para formar grandes establecimientos. La saponificación del aceite común tiene lugar con lentitud y dificultad, siendo necesarias repetidas adiciones de sal, ó mejor el empleo de disoluciones de carbonato sódico mezcladas con una cantidad considerable de sal común. Modernamente se hace también mucho uso de los aceites de lino, adormideras, sésamo, orujo y cañamones para la preparación del jabón.

La aplicación de las resinas á esta industria descansa en el hecho de

que muchas sustancias de ese género se conducen como ácidos débiles, pudiendo entrar fácilmente en combinación con los álcalis. Pero los jabones resinosos no pueden usarse por sí solos, pues forman masas viscosas que se estiran en hilos y se secan con mucha dificultad, no perdiendo su viscosidad aun por la desecación artificial. En el llamado jabón amarillo de resina, ésta forma sólo una parte de la masa; el resto es un jabón de sebo ó de aceite de palma. El modo de elaboración del jabón resinoso es generalmente igual al de los demás, sólo que se saponifican por separado la resina y las demás sustancias grasas, juntando después los dos productos. Además, el enfriamiento de la masa no se practica en cajas de madera, sino en cajas de fundición de hierro, lo que hace más rápida la solidificación.

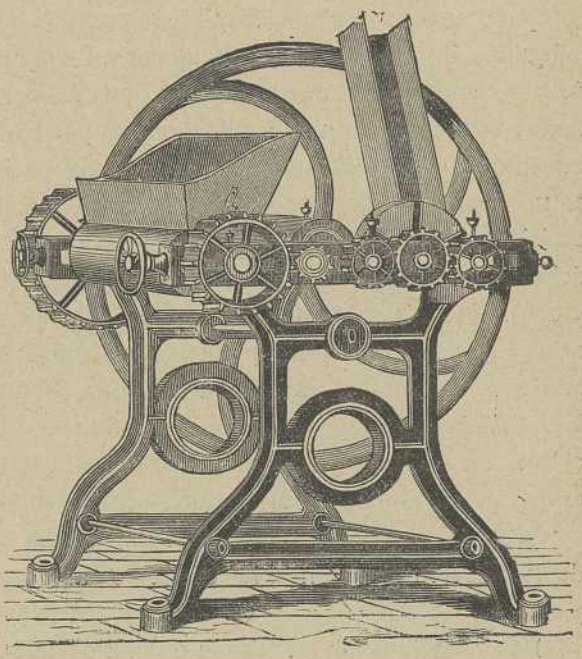


FIG. 190.—Máquina para perfumar los jabones.

Para los usos de tocador tienen mucho más interés que los anteriores los jabones espumosos y transparentes. Los primeros se originan agitando con un manojo de plumas la masa jabonosa antes de concentrada, ó bien la disolución del jabón mismo en agua caliente, hasta tanto que se convierta todo en espuma, habiéndose duplicado el volumen de la masa. Se pone entonces ésta en moldes, donde se la deja enfriar y secar. La obtención de jabones transparentes (cuya invención es de origen inglés, y se ha mantenido en este país largo tiempo en secreto), se funda en que el buen jabón formado con sosa y sebo es soluble en el alcohol, y la disolución evaporada hasta eliminar todo el disolvente, deja el jabón sólido y con aquel aspecto. Se pone en una caldera de cobre el jabón, dividido en virutas, con alcohol, y se calienta suavemente hasta que se disuelva el primero; después se destila, hasta recoger una tercera parte del alcohol. El residuo se deja en moldes, donde va condensándose poco á poco, primero en una masa opaca, pero más tarde, al cabo de algunas semanas, cuando ha desaparecido todo el alcohol, dicha masa presenta la transparencia deseada.

Por último, todos los jabones de tocador son perfumados generalmente por

la adición de aceites esenciales; para este fin tiene cada fábrica sus recetas especiales, según las cuales se mezclan entre sí diferentes esencias aromáticas. Para incorporar éstas al jabón se emplean máquinas adecuadas, de las cuales la más usada es la que representa la fig. 190. En efecto; si se pretendiera agitar el aceite etéreo con la masa jabonosa, todavía caliente, se evaporaría una gran parte de estos aceites, que tienen un precio muy elevado, perdiéndose la parte más fina y útil de ellos; de aquí que se hayan adoptado procedimientos de perfumado en frío, y como se trata de cantidades muy grandes, que exigen para ello un trabajo mecánico considerable, se utilicen al efecto las máquinas á que hemos hecho referencia. La representada en la fig. 190 consta de tres cilindros lisos de granito, que pueden colocarse á mayor ó menor distancia entre sí, y de un cepillo circular, por cuyo medio se dividen inmediatamente las barras de jabón en virutas muy delgadas. Este cepillo consiste en un cilindro hueco de poca altura, cerrado por una sola de sus bases; la otra está abierta para que puedan caer en el interior las virutas, saliendo después del cilindro. Estas pequeñas porciones de jabón se mezclan con el perfume y con la materia colorante, si se quiere además dar al jabón una coloración artificial, pasando después por entre los cilindros de granito, con lo cual se adhieren, formando una lámina continua, homogénea y delgada de jabón. Estas láminas de jabón pasan á otra máquina, llamada *peloteuse*, que es parecida en su acción á las máquinas de fideos, y que por presión reune la masa en trozos del tamaño y forma que se desea, según los moldes empleados.

Para que nuestros lectores se formen idea de la composición tan diversa de los diferentes jabones, les ofrecemos algunas recetas de clases ordinarias y finas.

Los conocidos jabones duros ordinarios de Oranienburgo (Prusia) se distinguen por la diversidad de grasas que entran en su composición, como indican las cuatro recetas siguientes:

	I	II	III	IV
Grasa de oso	4	8	»	»
Sebo	8	4	»	»
Aceite de palma	10	10	20	20
Aceite de palma griego	1	2,5	4	3
Aceite de semilla de algodonero	2	1	»	3
Resina	4	3,5	3	4

La cantidad y concentración de las lejías de sosa empleadas dependen de los grasos que se toman; para los grasos animales la concentración debe ser de 15 á 18° de Baumé; pero los aceites vegetales necesitan una lejía más concentrada, ó sea de 24 á 28°. Después de la saponificación se separa el jabón por medio de una disolución caliente de sal, y se deja veinticuatro horas en el recipiente para que la pasta se condense bien.

En el lavado de la lana se emplea con ventaja un jabón blando, compuesto del modo siguiente: 45 kilogramos de aceite de coco se saponifican con 90 de lejía de carbonato sódico de 20° Baumé, haciendo cocer la pasta hasta que quede clara; entonces se añaden gradualmente 270 kilogramos de silicato de potasio (vidrio soluble) y lejía de carbonato potásico de 20° para obtener la consistencia del jabón blando ordinario.

Un jabón fino, dicho "de familia,„ se obtiene con 2.500 partes de aceite de coco por 2.000 de lejía de sosa de 30° Baumé, perfumándose con cuatro partes de esencia de bergamota y casia, y otras dos partes de esencia de limón y sasafrás.

Para obtener un jabón de glicerina transparente, y de precio módico, caliéntense hasta los 82° centígrados 1.200 partes de aceite de coco, 1.000 de sebo, 600 de aceite de ricino y 600 de glicerina; añádese luego 1.500 de lejía de sosa caliente y 200 de alcohol, dejando operarse la saponificación; y cuando ésta se haya consumado, agréguese á la pasta, todavía caliente, 500 partes de una disolución, también caliente (75°), compuesta de una de azúcar por dos de agua destilada.

El conocido jabón de tocador francés, llamado *Violet*, se compone de 500 partes de aceite de coco de la mejor calidad, 240 de lejía de sosa de 30° Baumé y 10 de lejía de potasa, de igual grado de concentración. Se perfuma con 10 partes de raíz de lirio, cinco de estoraque líquido, mezclado con la grasa, y además $^1/_4$ de parte de las esencias de casia, sasafrás y bergamota, $^1/_3$ de parte de esencia de alhucema, $^1/_5$ de bálsamo del Perú, $^1/_{10}$ de esencia de naranja, $^1/_{15}$ de esencia de rosa, $^1/_3$ de esencia de almizcle, y se le da el color apetecido. El jabón inglés de tocador, llamado de *Windsor*, que se aprecia bastante, no es más que un jabón de sebo puro, perfumado con diversas esencias.

FABRICACIÓN DE BUJÍAS

La industria de las velas ó bujías ha estado siempre íntimamente enlazada con la de la jabonería, pues ambas se completan, de modo que la una utiliza los residuos de la otra. Sólo en nuestro siglo se ha aplicado la división del trabajo á este terreno, justificada además por la circunstancia de emplearse en la fabricación de bujías sustancias completamente independientes de la industria jabonera.

La historia de la fabricación de bujías no es tan antigua como pudiera creerse, por la sencillez de los materiales y manipulaciones que se ponen en juego. Por más que en los tiempos más florecientes de Grecia y Roma se consagró, sin duda, gran interés al alumbrado de las plazas públicas y del interior de las casas y templos, existiendo algunas referencias de escritores de aquellas épo-

cas, según las cuales el número de los focos de luz colocados en las principales calles de Atenas debió ser enorme en ciertas ocasiones, parece ser que los medios de que se servían para el objeto dichos pueblos eran principalmente lámparas alimentadas con aceite, ó antorchas impregnadas con pez. Cierto que Livio y Plinio mencionan en varios pasajes de sus escritos que se solía impregnar con grasa la medula de algunas cañas, y las antorchas así preparadas se colocaban al lado de los muertos para velarlos durante la noche; pero esto, así como alguna noticia vaga sobre fabricación de mechas con fibras de lino, es todo lo que se sabe acerca de los medios empleados por los antiguos para el alumbrado. Por más que Plinio se ocupa extensamente del blanqueo de la cera y menciona la fusión del sebo, no dice, al hablar de estas sustancias, que se emplearan como material para el alumbrado, y ni siquiera sabemos qué clase de grasa era la usada para impregnar aquellas candelas de medula de caña á que antes nos hemos referido. Por lo demás, estas últimas se han mantenido largo tiempo en uso; pues, según algunos escritores ingleses, en el año 1775 se empleaban todavía como un excelente medio de alumbrado de las casas en el condado de Hampshire.

Según refiere Beckmann, en su *Historia de los descubrimientos*, la ciudad de Bizancio fué iluminada con lámparas y velas de cera la Nochebuena de uno de los primeros años del siglo IV, en tiempos del emperador Constantino. De ser cierta esta referencia, habría que asignar al descubrimiento de esas velas dicha fecha, ó la de fines del siglo III. Las bujías de cera eran llamadas *cerei;* las de sebo, *sebacei;* pero esta distinción no se encuentra hecha hasta Apuleyo. Los operarios ó artífices que se dedicaban á la elaboración de la cera eran llamados *cerarii*, y una de sus principales ocupaciones consistía en revestir con cera los cadáveres; pero además fabricaban también velas de las que se hacía entonces, al parecer, un uso que ha ido perdiéndose con el transcurso del tiempo. En efecto, la duración de las velas de cierta longitud, diámetro y grueso de la mecha solía tomarse para determinar con alguna aproximación cantidades de tiempo, de un modo análogo á los relojes de arena, siendo empleados con tal objeto los productos de la fabricación de velas hasta una época no muy lejana.

Después de la extracción de la miel, la cera de los panales se ha destinado desde antiguo, bien á la jabonería, bien á la elaboración de velas, que se hacían también con sebo. Las velas de cera, que todavía se conservan en uso, eran hechas ya del mismo modo que hoy en el siglo XVII, y, al parecer, el arte de su fabricación fué importado á París desde Venecia.

Según hemos indicado, esta rama de la industria no hizo, sin embargo, grandes progresos hasta fines del siglo pasado; y á pesar de algunos pequeños perfeccionamientos, como fueron, por ejemplo, la introducción de moldes de estaño y el empleo de mesas con las que era posible fundir simultáneamente

un número muy grande de bujías, podemos afirmar que no excedió los límites de una pequeña industria. Pero el paso más importante en ella ha sido el refinamiento de la materia primera; la obtención, en estado de pureza, de los ácidos grasos. Los materiales más usuales en el preparado de bujías son el sebo, la cera, la esperma de ballena, la estearina, la ceresina y la parafina; hasta principios de este siglo se empleaban tan sólo la cera y el sebo.

Sin embargo, ya en el siglo pasado se intentó dar al sebo una preparación previa, con objeto de comunicar mayor dureza á las velas hechas con él, quitándoles el aspecto oleoso y la facilidad de correrse que tenían cuando se empleaba el sebo ordinario. En efecto; por medio de una fuerte presión se separaba de él la elaína, que era utilizada en la jabonería, y se destinaba tan sólo á la fabricación de bujías la grasa menos fluida que restaba. Este procedimiento, que todavía se sigue hoy en algunos puntos, y cuyo producto, mezclado ó revestido con ácido esteárico, suele venderse como bujías esteáricas propiamente dichas, no puede, sin embargo, proporcionar la belleza que muestran las bujías hechas con ácido esteárico puro, por lo cual adquirió éste, apenas descubierto, gran importancia en la industria, siendo preparado en grandes cantidades.

Hemos dicho ya antes que esta industria tuvo por base las investigaciones químicas de Braconnot y Chevreul sobre las grasas, y que el primero intentó sacar partido de sus resultados para la fabricación de las bujías. Chevreul comenzó sus estudios sobre la constitución química de las citadas grasas en el año 1813, prosiguiéndolos durante diez años consecutivos: en 1823 apareció su obra *Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale*, libro que, con razón, se incluye entre los trabajos clásicos del siglo actual. Dos años después adquirieron Chevreul y Gay-Lussac, en sociedad, una patente sobre el empleo de ácidos grasos en la fabricación de bujías, sin que alcanzaran gran resultado todavía, pues sus procedimientos de purificación eran demasiado prolijos y costosos. No tuvieron mejor éxito las primeras tentativas realizadas por Cambacères con el mismo objeto; las bujías adquirían un color pardo, eran siempre untuosas al tacto, y esparcían un olor desagradable. Pero estas tentativas no fueron estériles, pues Cambacères fué el primero que puso en uso las mechas torcidas y preparadas además químicamente, para lo cual se sirvió del ácido sulfúrico, que más tarde ha sido reemplazado por el ácido bórico.

Con el fracaso de las primeras empresas pareció quedar abandonada la fabricación de ácidos grasos. Pero al terminar el plazo del privilegio Chevreul-Gay-Lussac se dedicó á ella un señor de Milly, que había sido gentilhombre de cámara del rey Carlos X, y que, habiendo perdido su posición por los acontecimientos del año 30, se propuso crearse en esta forma una nueva manera de vivir. Fundó en París una pequeña fábrica, señalando ya sus primeros inventos un progreso muy considerable; sustituyó, en efecto, la sosa cáustica,

que habían empleado también Chevreul y Gay-Lussac para saponificar las grasas, por la cal cáustica, con lo cual obtuvo un jabón cálcico, del que podían separarse fácilmente los ácidos grasos por medio del ácido sulfúrico. Los ácidos sólidos se separaban después fácilmente del ácido oléico líquido por medio de la presión, que comenzaba en frío é iba siendo auxiliada por el calor al mismo tiempo que se aumentaba su intensidad. Pero las bujías preparadas con los ácidos sólidos ofrecían todavía un inconveniente: la masa retenía mezclada una pequeña cantidad de cal, que durante la combustión se acumulaba en la mecha y disminuía su porosidad. También á esto puso remedio Milly, pues impregnó la mecha con ácido bórico, el cual fundía las materias minerales en forma de gotitas vítreas, sumamente pequeñas. Otro de los perfeccionamientos hechos por este hombre notable en la industria de las bujías esteáricas, consistió en contrarrestar la tendencia del ácido esteárico á cristalizar, formando, por consecuencia, espacios huecos en el interior de la masa, lo cual daba fatales resultados en las bujías. Cierto que contra este último inconveniente ya se había empleado como un medio eficaz el ácido arsenioso; pero ésta sustancia era demasiado peligrosa para la salud para que se aceptara su uso. Milly descubrió que una pequeña adición de cera al ácido esteárico daba una masa homogénea y coherente en todas sus partes; después observó que el ácido esteárico sólo cristaliza cuando se vierte en los moldes, fundido por completo en un estado de gran fluidez, pero que adquiere una estructura granosa, completamente homogénea, cuando se le moldea á una temperatura todo lo próxima posible al punto de fusión, de modo que su fluidez no sea más que la necesaria para el objeto.

Las bujías esteáricas así perfeccionadas se introdujeron por Milly en el comercio en 1834, con el nombre de *bougies de l'étoile*, que por su alto precio fueron en un principio solamente objeto de lujo, siendo necesario que nuevos perfeccionamientos en los modos de fabricación del ácido esteárico permitieran más tarde su abaratamiento, hasta llegar á constituir un artículo de uso general en la economía doméstica. La ventaja principal para este fin fué el descubrimiento de que el ácido oléico líquido era una primera materia excelente para la jabonería, pudiendo reemplazar, por muchas de sus propiedades, al aceite de olivas. Ahora bien; todo lo que ganaba en precio este componente de la grasa primitiva, resultaba economía para los restantes, y en particular para el ácido esteárico. En el año 1839 se establecieron ya en París nuevas fábricas de bujías esteáricas, no quedando en zaga otros países, como Austria, donde la nueva industria adquirió una importancia especial (bujías de Apolo). Pero antes de entrar en los detalles de esta industria debemos hacer algunas consideraciones sobre la preparación de las primeras materias.

La obtención del ácido esteárico del sebo (la grasa de todos los rumiantes es muy rica en ácido esteárico) se verifica del siguiente modo. Fundido el

sebo, se saponifica con cal para separar la glicerina de los ácidos grasos. Para ello se pone el sebo á fundir en anchas cubas de madera, que tienen dentro un doble fondo de plomo, de manera que entre ambas paredes quede un espacio hueco, en el cual puede introducirse vapor de agua recalentado; y cuando el sebo está fundido, se añade la cal diluída en agua (fig. 190). Antes se empleaba de 14 á 15 por 100 de ésta, así como luego una cantidad correspondiente de ácido sulfúrico para descomponer el jabón formado; hoy se ha redu-

FIG. 191.—Saponificación del sebo por medio de la cal.

cido la adición de cal hasta tal punto, que basta un 4 ó 5 por 100 para verificar la saponificación. El contenido de la vasija tiene que agitarse sin cesar, y mejor á mano que por fuerza mecánica, pues hay que estar atento para evitar toda tumefacción que pueda originarse en algún punto de la masa, cosa que no puede hacer una máquina. El jabón calcáreo insoluble en agua se separa en pedazos después de terminada la reacción, mientras que la glicerina permanece en disolución. Pero en el jabón que se obtiene, además del ácido esteárico sólido, se halla también contenido el ácido oléico líquido, que, lo mismo que la glicerina, comunica á la masa el aspecto viscoso que precisamente hay que evitar en las bujías esteáricas. Para hacer la separación de

ambos ácidos se descompone ante todo el jabón por medio del ácido sulfúrico muy diluído y caliente, el cual combina con la cal, y forma yeso, que, como es casi insoluble, se precipita en el fondo de la vasija, mientras que los ácidos grasos fundidos flotan sobre el líquido acuoso, en forma de una capa limpia y clara, que puede recogerse directamente.

La descomposición del jabón se practica en las mismas vasijas en que tiene lugar la saponificación, pero extrayendo antes la lejía que queda como residuo de ésta operación. La elevación de temperatura hasta el grado conveniente se consigue, como ya hemos dicho, por el vapor de agua. Se mantiene en reposo durante algún tiempo el ácido esteárico fundido con objeto de que se depositen todas las impurezas, y después se lleva á las vasijas de loción, donde se le rocía con agua pura para eliminar todo resto de ácido sulfúrico, transportándole después á los moldes por medio de un sifón. M. Bine ha inventado en Francia un medio muy ingenioso para que los moldes se llenen de un modo hasta cierto punto automático, fluyendo continuamente el ácido fundido sobre aquéllos, que están dispuestos en la forma indicada por la fig. 192, de modo que cada molde da salida al líquido por un orificio que está más abajo del borde superior, y el líquido es recibido por el molde inmediato inferior. La mezcla de ácidos oléico y esteárico, después de concretada, se somete á grandes presiones en prensas hidráulicas, de un modo análogo á como se practica en las fábricas de azúcar con la pulpa de remolacha, por cuyo medio se separan las partes líquidas de las sólidas. La masa que se quiere comprimir se envuelve previamente en unos sacos ó paños gruesos, y entre cada dos de éstos se intercala una plancha hueca de hierro, que por medio del vapor se calienta hasta el grado á que la separación de ambos ácidos se hace con mayor facilidad. En esta disposición se superponen varias capas, y, por último, se coloca la plancha compresora sobre que ha de actuar directamente el émbolo. En un principio se hace la presión en frío, y sólo se calientan las planchas intermediarias para extraer las últimas porciones de ácido oléico. Este atraviesa casi por completo los poros de los sacos que envuelven la masa, de manera que el residuo sólido que queda en ellos está constituído casi exclusivamente por ácido esteárico puro, con una proporción variable de ácido palmítico, y no exige más tratamiento que una serie de fusiones sucesivas para separar las

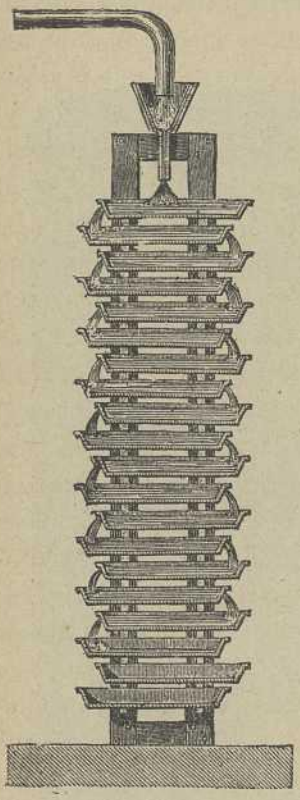


FIG. 192.—Disposición de los moldes para recibir los ácidos grasos.

materias extrañas interpuestas mecánicamente en su masa, con lo cual se encuentra ya en disposición de servir para la fabricación de bujías. Semejante procedimiento, sin embargo, no es aplicable más que á las clases superiores de sebo.

Los procedimientos para extraer el ácido esteárico de las grasas impuras son algo más complicados, y se fundan principalmente en la acción del ácido sulfúrico concentrado sobre las materias grasas. En efecto; á una temperatura elevada, el ácido sulfúrico produce inmediatamente una separación entre los ácidos grasos y la glicerina, que se combina con el ácido sulfúrico más enérgico. Después se lava repetidas veces la masa de ácidos grasos con agua, y, finalmente, se la somete á la destilación por medio del vapor de agua recalentado. A una temperatura de 250 á 300° centígrados pasan dichos ácidos al estado de vapor.

Ya en 1777, el conocido químico de Berlín, Achard, llamó la atención sobre el hecho de que las grasas podían saponificarse por medio del ácido sulfúrico concentrado; pero este descubrimiento no ofreció por entonces más interés que el puramente científico. Macquer describió en el *Dictionnaire de Chimie* el procedimiento de Achard para producir "jabones ácidos;„ pero el asunto quedó abandonado, hasta que fijaron en él su atención Chevreul, Caventou y Frémy; podemos explicarnos la causa de semejante olvido teniendo en cuenta que por la acción del ácido sulfúrico sobre las materias orgánicas extrañas, que siempre impurifican los cuerpos grasos, éstos quedaban convertidos en una masa negruzca, cuya purificación no se sabía obtener por ningún medio químico. Sólo cuando se descubrió la posibilidad de volatilizar los ácidos grasos por medio del vapor de agua recalentado, lo cual daba el medio de separarlos de las partes carbonizadas que ennegrecían la masa, pudo adquirir importancia industrial y práctica el procedimiento de Achard. Por más que ya en la patente inglesa Chevreul-Gay-Lussac (1825) se mencionaba la destilación de los ácidos grasos, parece que hay que atribuir al fabricante inglés Jorge Gwynne el mérito de haber inventado el primer procedimiento industrial con aplicación de ella, sobre el cual adquirió en 1840 la correspondiente patente. Se fundaba ante todo ese procedimiento en la saponificación por el ácido sulfúrico y la destilación de los ácidos grasos mediante la producción y sostenimiento de un vacío, análogamente á como se practica en la refinería del azúcar. Pero también este modo ofrecía dificultades prácticas, que no se vencieron hasta que se introdujo la destilación por medio del vapor de agua recalentado, habiendo sido también en Inglaterra donde tuvo lugar este progreso concebido por Wilson en 1842, y puesto en explotación en 1844 por la *Society Price*.

El aparato que sirve para verificar la saponificación con el ácido sulfúrico puede describirse en pocas palabras, pues consiste principalmente en una

cuba de madera con una vasija interior de paredes gruesas de plomo, que contiene el ácido sulfúrico, calentado á 90°; otra cuba, dispuesta del mismo modo que la anterior, contiene la masa grasa, que se mantiene en fusión á la misma temperatura por medio de un tubo de vapor en forma de serpentín. De cada una de estas vasijas se toman respectivamente 50 kilogramos de grasa y 15 de ácido sulfúrico, que se introducen en otra vasija situada entre ambas y sobre un recipiente mayor que ella, dentro del cual puede verterse su contenido. En dicha vasija, destinada á la mezcla, se realiza la acción del ácido sulfúrico sobre la grasa, cuya acción se termina en un corto tiempo; de modo que, transcurrido poco más de un minuto, puede hacerse caer la masa, que ha

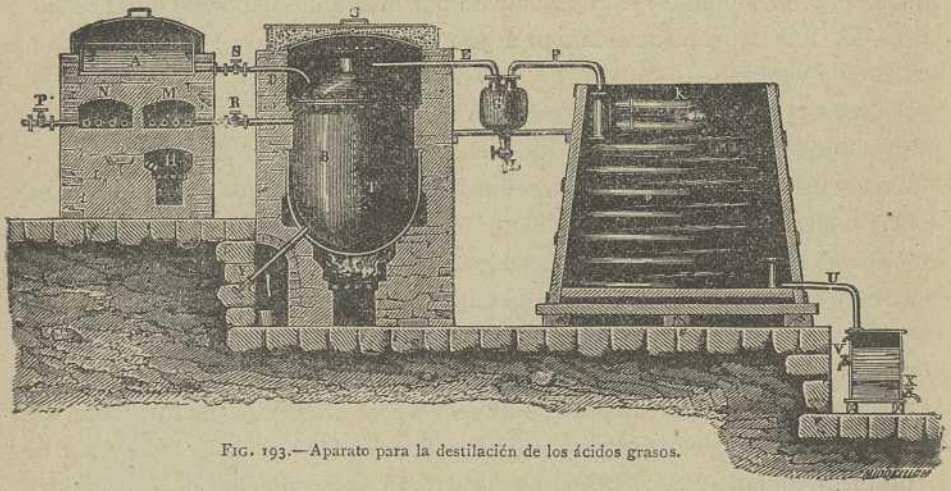


FIG. 193.—Aparato para la destilación de los ácidos grasos.

reaccionado y adquirido por lo mismo un color negruzco, sobre el recipiente exterior lleno de agua, mantenida en ebullición por medio de una corriente de vapor. La combinación formada anteriormente se deshace aquí al momento por la influencia del agua, de manera que quedan disueltos, pero libres entre sí, el ácido sulfúrico y la glicerina, mientras que los ácidos grasos fundidos forman una capa que flota sobre el líquido acuoso, y puede separarse por medio de un orificio con llave, puesto á la altura conveniente. Después de privar á estos ácidos grasos de todo resto de ácido sulfúrico, mediante lociones con agua caliente, pasan al aparato destilatorio (fig. 193) para ser purificados por completo. Según ya queda indicado, la destilación sólo puede dar un resultado satisfactorio cuando se practica con ayuda del vapor de agua recalentado; pues si se practica á fuego directo, entran pronto en descomposición los ácidos grasos.

La parte principal del aparato es una caldera de cobre, *B*, separada del hogar por medio de un baño de arena; dicha caldera está cubierta por una tapadera, que tiene un orificio que permite la entrada de un hombre, y se halla en comunicación por un lado con el cilindro *A*, en el que se han de

fundir los ácidos grasos impuros mediante el tubo *D*, y por otra parte con la caldera de vapor, que en nuestro dibujo no es visible, por el tubo *R;* en cambio se ven las cámaras *N* y *M*, en las que el vapor, conducido por *P*, es recalentado por el hogar *H*. Por el lado opuesto hay un tubo de salida, *E*, que conduce desde la caldera, primero á un condensador, *G*, y después, por el tubo *F*, al serpentín *K*. Pero además hay en la caldera *B* un tubo de salida, con llave *I*, para las materias fijas que quedan en ella. Los ácidos grasos, mantenidos en fusión en la caldera *A* por el calor desprendido en *H*, pasan, abriendo la llave *S*, á la caldera *B*, donde son recalentados hasta 250° centígrados, cuya temperatura puede comprobarse por el termómetro *T;* una vez alcanzado este punto, se deja entrar por *R* el vapor de agua, caliente hasta 260 ó 300°, y que, al atravesar la caldera, arrastra consigo los vapores de los ácidos grasos, conduciéndolos al condensador *G*. Aquí se condensan una porción de materias extrañas y productos de descomposición, que son extraídos por el tubo *L*. El resto de los vapores no se condensa hasta llegar al serpentín, donde llega únicamente una mezcla de agua y ácidos grasos puros fundidos, cuyos dos líquidos se separan en capas por su peso específico en el recipiente. Cuando la destilación se ha conducido bien, los ácidos grasos forman la capa superior, de una limpieza y transparencia cristalinas, y que antes de concretarse se lleva á la prensa hidráulica. Por este medio puede obtenerse de un buen sebo hasta el 60 por 100 de ácido esteárico puro, mientras que la saponificación con cal da el 45 por 100; sólo que para ello es preciso vigilar la operación con mucho cuidado, y el procedimiento resulta además muy caro, por lo cual se ha tratado de suprimir la última parte de él. Milly lo ha conseguido hasta cierto punto, pues descubrió que la materia colorante originada por el tratamiento con ácido sulfúrico, operando de cierto modo, era soluble en el ácido oléico y podía eliminarse sencillamente cuando se exprime éste Así obtuvo un ácido esteárico suficientemente puro para poderlo destinar á la fabricación de bujías. En cambio el ácido oléico necesitaba entonces ser sometido á una purificación por destilación.

El aparato que se emplea para extraer el ácido esteárico del aceite de palma se funda en que en dicho aceite la acción del calor bajo y grandes presiones origina una separación análoga á la que tiene lugar, en iguales condiciones, entre los ácidos grasos libres. El aceite de palma (en cuya sustitución pueden tomarse también algunas otras grasas) se mezcla con agua hirviendo por medio de una máquina agitadora hasta formar una emulsión, y en este estado se introduce en una vasija que se cierra, y dentro de la que puede someterse á un fuerte calentamiento, hasta 320° si es necesario, para conseguir el fin propuesto. La vasija en cuestión ha sido construída en diferentes formas por los diversos industriales que se han dedicado á este asunto; así, por ejemplo, las hay en forma de marmitas de Papin, en

forma de tubo encorvado, etc. Pero en todos los casos la presión considerable que tienen que sufrir sus paredes hace muy peligroso su empleo y muy costosa su construcción, por lo cual no se ha generalizado tanto este medio como hacía esperar la sencillez de su principio, perfeccionado principalmente por Tilghmann y Melsen. Por lo demás, según se ha descubierto hace poco, para obtener el ácido esteárico por medio del aparato representado en la fig. 193, no es necesario saponificar precisamente las grasas de antemano con el ácido sulfúrico, sino que se puede, y es más conveniente, hacer la saponificación en el mismo aparato destilatorio y bajo la influencia del vapor de agua recalentado hasta la temperatura de 315°, y que al atravesar la grasa fundida lleva ésta á la temperatura de 290 á 315°. Este descubrimiento se debe á los industriales ingleses Wilson y Gwynne. El ácido oléico, que se separa por la expresión de los ácidos esteárico ó palmítico, según los casos, encuentra un empleo ventajoso en la jabonería, como ya hemos indicado, quedando como material para la fabricación de bujías exclusivamente los ácidos grasos sólidos. Por otra parte, ninguno de los medios indicados conduce á obtener de un ácido esteárico puro, sino que éste se encuentra siempre mezclado con ácido palmítico. Pero esto no importa casi nada, pues ambos ácidos tienen propiedades y hasta un aspecto de completa analogía; lo importante es obtener una masa completamente blanca, dura, y no viscosa. Por la destilación seca del ácido oléico, así como por el tratamiento del aceite de ricino con hidrato sódico, se obtiene un nuevo ácido, que posee hasta cierto punto propiedades tan ventajosas como el esteárico para la preparación de bujías, distinguiéndose particularmente por lo elevado de su punto de fusión (127°), junto con una gran combustibilidad; este ácido, que se designa con el nombre especial de ácido sebásico, y es poco usado hasta hoy, merece ocupar un puesto más importante en la industria, sobre todo cuando basta una pequeña adición de él para mejorar las propiedades del mismo ácido esteárico.

Hay que citar también, como una de las principales materias primeras para la fabricación de bujías:

La cera de abejas, que se parece á las grasas en algún concepto, pero que se separa esencialmente de ellas en que no da glicerina cuando se la trata por los álcalis, y en que se disuelve hasta en 0,9 de alcohol hirviendo. En efecto; la cera de abejas consiste esencialmente en un éter palmítico del alcohol myrícico, cuyo éter se llama myricina, junto con algo de ácido cerótico libre. El producto en cuestión, segregado por órganos especiales que tienen su asiento en la parte posterior del cuerpo de las abejas, se obtiene de los panales de miel, cuya parte exterior forma. Constituye el material de construcción de las celdillas que contienen la miel, y se purifica después de haberlo separado del contenido por fusión en el seno del agua. Las sustancias extrañas mezcladas se depositan en las capas inferiores, pudiendo así ser eliminadas de las porciones

más puras. En este estado tiene la cera el aspecto característico, con un color amarillo ó pardusco y un olor aromático. Se funde próximamente á 61° centígrados; á la temperatura ordinaria es frágil y friable. La cera virgen, de color más claro, procede de abejas jóvenes; en las comarcas en que las abejas se alimentan de coníferas, la cera contiene materias resinosas que dificultan su blanqueo. Lo mismo sucede con la cera de las regiones vitícolas.

El blanqueo de la cera se verifica por un medio muy sencillo en el fondo, pero muy entretenido, y que hasta hoy no parece haber sufrido grandes modificaciones. La cera refinada, fundida en una caldera con algo de agua hirviendo, se pone en forma de láminas delgadas, bien haciéndola correr fundida por un cilindro de madera que gira lentamente y se introduce en parte en agua fría, con lo cual se desprenden las capas delgadas que se habían adherido á su superficie, ó bien cortando con un cuchillo muy afilado virutas muy tenues de la masa concretada, del mismo modo que se obtienen las de madera en el banco de cepillar. Antes de cortar la cera se suele fundir algunas veces en agua para comunicarle cierta proporción de ella; por último, se colocan las hojas delgadas obtenidas sobre la tabla de blanqueo, y se someten á la acción del sol y del aire, según el tiempo y la clase de cera, y hasta tanto que se destruya su materia colorante. Una de las condiciones principales para que la operación salga bien, es que se invierta la masa con frecuencia. La adición á la cera en fusión de un poco de ácido sulfúrico inglés diluído suele ser favorable para el blanqueo.

Además de las abejas existen otros insectos que producen también cera, circulando en el comercio algunas de estas variedades. Así, por ejemplo, se recibe una cera de Guadalupe, negra, que no puede blanquearse, y que es segregada por una especie de abeja propia de aquel país. La cera china *pe-la* no procede de abejas, sino de una especie de cochinillas (*Coccus cerífe-rus*). Además, muchas plantas segregan materias céreas, y en pequeñas cantidades encontramos sustancias de este género recubriendo en capas delgadas las hojas y los frutos de otros vegetales, como, por ejemplo, las peras, las ciruelas, etc. Ciertas palmeras (*Ceroxylon andícola*), algunas especies de mirtos, la higuera lechosa y otras plantas, producen cantidades tan considerables de cera vegetal, que en algunos países se explotan para diversos usos, y su producto juega un papel no despreciable en el comercio. Así, en Colombia se hacen bujías con la cera de la palmera, y lo mismo en Río Janeiro, donde la llamada carnauba, ó mejor, cera de carnauba, producida también por una palmera, es un artículo comercial que comienza ya á introducirse en nuestros mercados. La cera de Ocuba se extrae en la cuenca del Amazonas, del fruto de una planta del género *Myrística;* de un modo análogo se recoge también en América la cera de los mirtos, y en las cordilleras la de la higuera lacticífera (*Brosmium galactodendron*).

La *parafina*, que modernamente se ha convertido en un material de importancia para la fabricación de bujías, no pertenece al grupo de las grasas, sino al de los carburos de hidrógeno. Es uno de los productos de la destilación seca; y se obtiene principalmente del petróleo, la turba, esquistos bituminosos, etc. De aquí que su estudio corresponda más bien al capítulo del alumbrado por el gas y los productos de la destilación seca en general, no habiendo necesidad de adelantar aquí ninguna otra noción sobre ella, pues en la fabricación de las bujías apenas tiene influencia la naturaleza de la sustancia elaborada. También se extrae una sustancia semejante á la parafina, llamada *ceresina*, de la *ozokerita*, ó cera mineral existente en Galitzia, cuya ceresina se utiliza en grandes cantidades para la fabricación de bujías.

FABRICACIÓN DE BUJÍAS

La mecha constituye, tanto en la bujía como en la lámpara, el foco de la combustión. Absorbe la materia grasa fundida por el calor de la llama, haciéndola ascender por efecto de la capilaridad; de aquí que su estructura tenga el mayor interés. Debe arder con una rapidez correspondiente á la de la combustión de la materia de que está constituída la bujía, pues si su combustión fuera sobremanera rápida, la llama descendería demasiado y se produciría una fusión excesiva y superflua de la masa de aquélla; y si la mecha se quemara demasiado lentamente; no podría permanecer impregnada de grasa sino de un modo imperfecto, y la llama originada sería, por tanto, defectuosa. El desgaste gradual y uniforme de la mecha se regulariza escogiendo una materia textil, cuya capilaridad sea adecuada, y haciendo que el grueso de la mecha esté en la proporción conveniente con el de la bujía. En general, el material que más se emplea para las mechas de las bujías es el algodón; pero su elaboración es variable, pues unas veces las fibras son paralelas, otras se retuercen en espiral, y además se las suele preparar químicamente, impregnándolas con diversas sustancias. Es sabido que las bujías de estearina ofrecen la ventaja de que no necesitan ser despabiladas, sino que por sí mismas lo hacen. La manera de conseguirlo consiste en tejer su mecha con tres cordones que, á medida que quedan libres de la capa de grasa envolvente, se doblan un poco, de modo que sus extremos penetran en la región exterior de la llama, que no es visible, pero donde existe una elevadísima temperatura y se consume la sustancia de la mecha hasta quedar reducida á cenizas. Impregnando la mecha con diferentes preparaciones químicas, se ha intentado todavía perfeccionar su acción, consiguiendo que la masa de cenizas formada por su combustión quede fundida y reducida á un volumen sumamente pequeño. La preparación que parece más conveniente consiste en impregnar dicha mecha con una disolución

de ácido bórico, que por la acción del calor se combina con la pequeña cantidad de cal que suele contener la estearina como consecuencia de su purificación, formando borato cálcico, que se reune en el extremo de la mecha en forma de una perla pequeñísima y brillante.

El moldeado de las bujías se verifica, como es sabido, bien sumergiendo la mecha en la masa fundida, bien vertiendo ésta en moldes, manteniéndose sólo en uso el primer procedimiento, más antiguo, para las velas de sebo ó cera, mientras que las bujías de estearina, parafina, etc., son generalmente fundidas en moldes. No hay necesidad de advertir que, cualquiera que sea la primera materia que se emplee, es necesario, como primera condición para obtener una buena bujía, que aquélla sea pura ó se halle exenta de materias extrañas.

FIG. 194.—Método antiguo de formación de las bujías.

La manera de practicar el primer procedimiento es la siguiente: se cortan en la madeja de la mecha trozos de longitud doble de la que ha de tener la bujía, doblándolos luego por la mitad, de modo que formen un ojo ó baga. El operario cuelga estas mechas por la parte doblada de una varilla ó alambre, en número tan grande como sea posible, y luego las sumerge en la masa de grasa fundida; las saca, adelgazando algún tanto los extremos inferiores, donde ha escurrido cierta cantidad de masa, y las separa para practicar la misma operación con otro ú otros grupos de torcidas. Así se cubren éstas ó impregnan con la primera capa de grasa; para los revestimientos sucesivos se toma ésta cada vez más fría, y, por consiguiente, más espesa, haciéndose seis, ocho ó doce inmersiones, según el grueso que quiera obtenerse, y con intervalos que permitan el endurecimiento de las porciones adheridas en cada vez (fig. 194.)

Hoy día se hacen muy pocas velas por este procedimiento: general-

mente se emplean moldes, que suelen ser de estaño ó de vidrio. Sin embargo, no parece del todo anticuado el procedimiento de inmersión, en especial en las fábricas inglesas, donde se practica, sin duda, para atender á necesidades urgentes. En este caso se emplean aparatos mecánicos como el representado en la fig. 195, por medio de los cuales pueden hacerse de una vez muchas bujías. Una de estas máquinas, por ejemplo, tiene 36 marcos, cada uno de los cuales está dispuesto para recibir 30 series de 24 mechas, de modo que la carga total asciende á más de 26.000 piezas. Cada uno de los 36 marcos de la máquina se ponen por separado sobre su vasija correspondiente de masa fundida, manteniendo la inmersión durante el tiempo necesario; en cuanto se saca, se someten las bujías á la acción de un raspador, que se pone en movimiento por medio de un pedal, y que separa el exceso de masa que ha escurrido á la parte inferior. Haciendo funcionar los 36 marcos puede operarse sin interrupción, pues el sebo se concreta suficientemente durante la primera inmersión para que, al terminar ésta, pueda comenzarse la segunda con los primeros sumergidos. La elaboración de las 26.000 velas de cada carga puede llevarse á cabo en unas nueve horas próximamente de trabajo, por sólo un hombre y un muchacho.

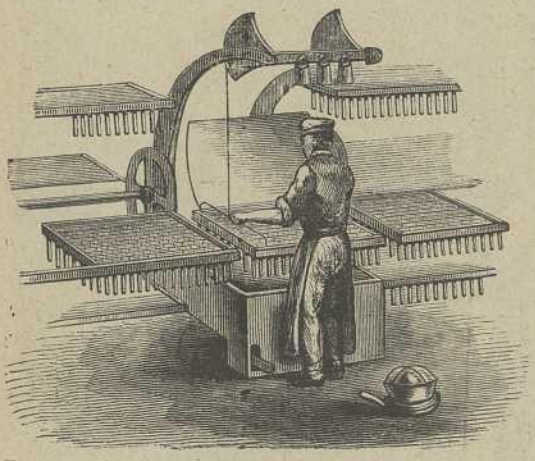


FIG. 195.—Disposición mecánica para formar bujías por inmersión.

Las bujías vaciadas en moldes, no sólo tienen una forma más elegante que las anteriores, sino que también arden más lenta y regularmente, pues su masa es más densa y la torcida está bien extendida, y en el centro de la masa exactamente. Los moldes en que la materia grasa se concreta, formando bujías, son, como se comprende fácilmente, tubos huecos, algo cónicos, generalmente de estaño, que se han fundido sobre un alma de acero bien pulimentado, y, por consiguiente, tienen una superficie interior perfectamente lisa. El extremo más delgado de la bujía forma, como es natural, la punta; los moldes se ponen con la parte más ancha hacia arriba, de modo que de ellos salen las bujías con la punta hacia abajo. La mesa empleada ordinariamente por los fundidores de bujías no es más que un banco, en cuya tabla superior hay muchos orificios circulares, de manera que pueda trabajarse al mismo tiempo con una docena de moldes ó más. Los moldes tienen por el extremo más ancho una especie de embudo, cuyo diámetro es mayor que el del orificio, y por el cual quedan suspendidos de la tabla; después de colocar los moldes en los

orificios correspondientes, se introducen en ellos las mechas por medio de unos alambres largos, doblados en punta en forma de ganchillo. En efecto; en la punta que forma el extremo inferior del molde existe también un orificio, pero tan estrecho, que la torcida misma, al atravesarlo, lo cierra, aunque incompletamente. Para obtener su completa obstrucción se ajusta en él una pequeña clavija de madera. Para sujetar la torcida por la parte superior, de tal modo que permanezca en el eje del molde, se adoptan diferentes disposiciones. Con los tubos sencillos, que es á los que nos hemos referido hasta ahora, el medio empleado consiste en unos hilitos, que se pasan por la baga de la torcida, y que luego se atan á los bordes del molde, dando así fijeza á aquélla. En el llamado sistema francés la posición central se produce por sí misma; cada molde tiene una pequeña armadura de hoja de lata, que sostiene, bien un disco con un orificio en el centro, bien un trocito de alambre más grueso, soldado al borde, y que se prolonga hasta el eje, terminando aquí en un ganchito. En ambos casos se ofrece á la torcida un punto fijo de suspensión.

Fig. 196.—Moldeado de las bujías.

La operación de verter la masa fundida en los moldes preparados se practica con una especie de cuchara grande con pico, y de molde en molde (fig. 196), ó bien se vierte desde la caldera el sebo fundido que corre por la tabla de la masa, de modo que penetra por todos los moldes. Como se comprende, para este último procedimiento es preciso que la expresada tabla tenga un reborde que pueda quitarse, al menos en parte, con objeto de poder recoger con mayor comodidad el exceso de materia grasa después del enfriamiento, lo cual se practica por medio de una espátula de madera. Tanto el suelo de la tabla como el reborde deben ser de un metal bien pulimentado, pues el sebo fundido se desprende difícilmente de la madera. Antes de que la masa se haya concretado en los moldes, se tira de la torcida, con objeto de ponerla derecha, pues mientras se vierte el líquido fundido, siempre se encoge algo, y después se da lugar á que el todo se enfríe hasta el grado conveniente para poder extraer, por último, la bujía con toda comodidad. Luego se empaquetan inmediatamente las piezas, ó bien se las deja colgadas algún tiempo, con objeto de que se hagan más blancas bajo la influencia del aire y de la luz.

También existen para el moldeado máquinas especiales, una de las cuales, de Morgán, muy usada en Inglaterra, representa la fig. 197. El mecanis-

mo avanza aquí de izquierda á derecha, sobre una especie de doble vía. Para esta máquina la torcida no se corta en porciones de la longitud de la bujía, sino que se arrolla en carretes, cada uno de los cuales tiene una longitud de 30 metros. Para cada molde existe uno de estos carretes, y hay cierto número de moldes, con sus carretes correspondientes (18), reunidos en forma de pila sobre una especie de marco. Cada molde está atravesado por su correspondiente torcida, la cual penetra desde el carrete en el molde por el

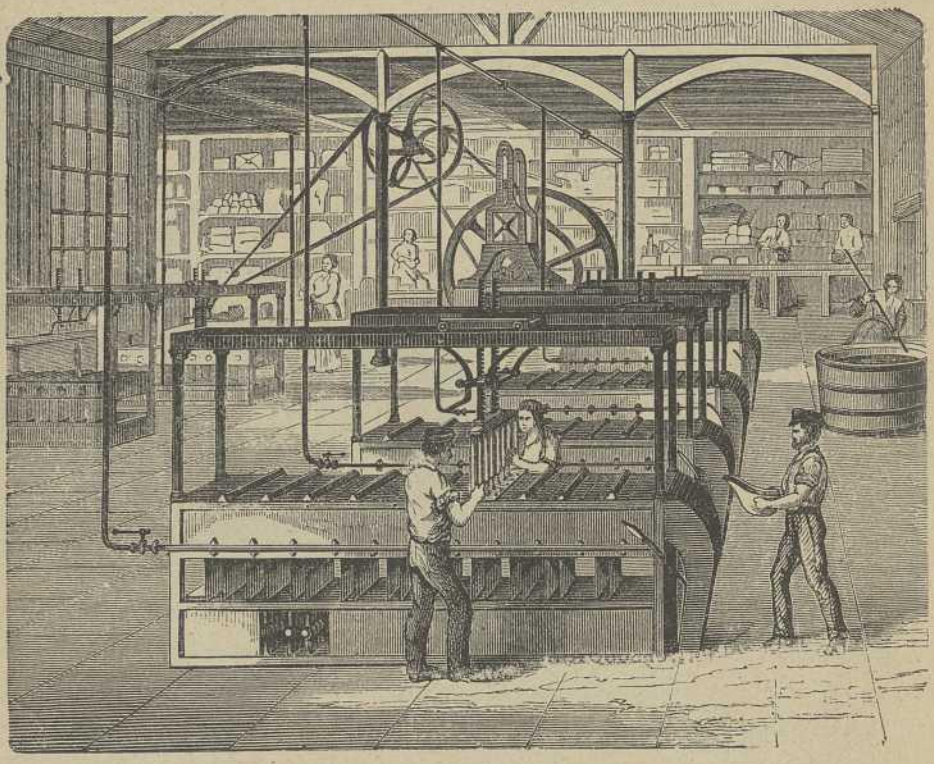


FIG. 197.—Máquina de bujías, de Morgán.

extremo inferior, terminado en punta. El orificio de entrada es tan estrecho, que queda completamente cerrado por la torcida misma. Por medio de pinzas se mantiene fija la torcida en el eje del molde, en tanto que se vierte y enfría la masa. Todos los marcos ó pilas de moldes, están colocados en serie sobre una caja, donde se abren á un golpe de palanca 18 pequeños canales, que llenan los moldes respectivos de masa fundida. Después de esto avanza la pila sobre los carriles, por medio de ruedas, y viene otra á ocupar su puesto. A medida que la grasa se solidifica en los moldes, estas pilas van siendo vueltas, de modo que los moldes queden horizontales, las pinzas de las torcidas abandonan á éstas, y, por medio de ingeniosos mecanismos, son afinadas y extraídas del molde las bujías, para lo cual los carretes giran,

soltando una longitud de torcida igual á la de la vela, y el molde queda dispuesto para una nueva operación. No falta ya más que separar de la mecha ó torcida, con un corte, las 18 bujías que acaban de salir, y puede emplearse la pila en un nuevo vaciado.

Pero con esto no están todavía hechas las bujías tales como el público las encuentra en el comercio. Tal vez se limitará á lo dicho la fabricación de las velas de sebo, con las cuales no hay lugar á grandes pretensiones de elegancia; pero las bujías más costosas de estearina, esperma de ballena, parafina, etc., se someten aún á importantes labores externas. En primer lugar, se inspeccionan cuidadosamente para ver si tienen algún defecto de conformación, y en este caso se funden de nuevo. Si no tienen defecto alguno, se las lleva á máquinas pulimentadoras, cuya disposición se comprende por la fig. 198. Delante de la caja *M*, que tiene un suelo inclinado hacia la dere-

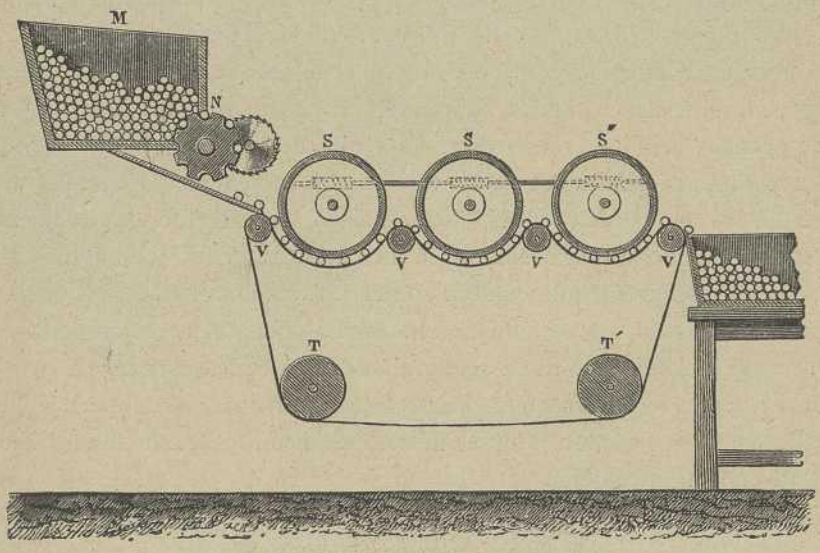


FIG. 198.—Máquina para pulimentar las bujías.

cha, gira un cilindro, *N*, que corresponde exactamente á un orificio situado en el extremo inferior de la derecha de la caja. En la periferia de este cilindro hay cierto número de canales, cada uno de los cuales ofrece lugar exactamente para una bujía, que, por tanto, penetra en dicha hendedura, pues en la caja hay provisión de ellas, y es extraída con el movimiento del cilindro. A medida que salen, van cayendo las bujías sobre el plano inclinado que se ve en la figura, y desde él pasan á una tela sin fin, que se apoya sobre los cilindros *T* y *T'*, y que las hace pasar bajo cierta presión contra los cilindros pulidores *S S' S''*, con cuyo frotamiento adquieren perfecta lisura. Finalmente, antes de empaquetarlas se señalan una por una con la marca de fábrica, por medio de un sello de plata suavemente caliente.

VELAS DE CERA

Es fácil comprender que los mismos procedimientos por los que pueden fundirse y vaciarse las bujías de sebo, son aplicables, en general, á los demás materiales, espermaceti, estearina, parafina, etc. Sólo hay que exceptuar la cera, pues no se desprende bien del molde y suele formar oquedades en el interior de la bujía. De aquí el que las velas de cera se hagan generalmente por un procedimiento especial, que consiste en suspender la mecha encima de la caja donde está la masa fundida, é irla rociando con ésta por arriba hasta que la vela adquiere el grueso apetecido. Se le da luego una forma regular, rodándola entre una mesa lisa y una plancha, también plana. Sin embargo de lo dicho, las dificultades del vaciado de velas de cera no son insuperables; tanto, que modernamente se han obtenido ya, por este medio, productos intachables.

Como dejamos dicho, se ha introducido en estos últimos años la ceresina como succedáneo de la costosa cera de abejas. Esta cera mineral se aproxima, por su naturaleza química, á la parafina; pero para la fabricación de velas ofrece grandes ventajas sobre ésta, en virtud de su elevado punto de fusión.

La cerilla gruesa, que se usaba tanto en otros tiempos para alumbrarse de noche en las escaleras oscuras, sellar cartas, etc., se fabrica de la misma manera que la cerilla fina ordinaria: la mecha de algodón, ya impregnada de cera, se hace pasar por una caldera con cera fundida, cuya consistencia debe ser precisamente tal, que se adhiera á la torcida en cantidad correspondiente, y que al salir al aire adquiera en seguida bastante solidez para no escurrir y dar así origen á una forma irregular. La condición principal para obtener el grueso deseado consiste, pues, en graduar la velocidad con que la torcida atraviesa la masa de cera en la caldera.

La esperma de ballena (*espermaceti*), primera materia para las bujías, de aspecto el más agradable entre las naturales, tiene que ser adicionada con uno y tercio por ciento de cera para ser susceptible de moldeado; pues por sí sola, y con su estructura natural cristalina hojosa, daría lugar á bujías imperfectas y poco elegantes. Fundida, fluye como el agua, y se contrae tan fuertemente, que el primer vaciado deja un hueco de la mitad del molde, y hay que rellenarlo con una nueva carga de masa fundida. También la parafina conviene mezclarla con algo de estearina ú otra sustancia análoga, pues por sí sola es tan blanda, que las bujías de parafina pura se doblan con gran facilidad.

ACEITES ESENCIALES

Y

PERFUMERÍA

Afición á los perfumes en la antigüedad.—Empleo de los inciensos en las ceremonias religiosas.—Embalsamamientos.—El arte de la perfumería entre los griegos y romanos.—Comercio de especiería entre los árabes.—La perfumería en el siglo XVII.—Costumbres actuales en relación con el sentido del olfato.—Causas de los aromas.—Aceites etéreos.—Su existencia en diferentes partes de las plantas.—Métodos de extracción: prensado, destilación, maceración, etc.—Propiedades y constitución química de los aceites etéreos.—Analogías entre ellos.—Esencias sin oxígeno: esencia de trementina, esencia de limón; estearopteno de rosa.—Esencias oxigenadas: esencia de clavillo, esencia de azahar, esencia de rosas, esencia de almendras amargas, nitrobencina.—Las esencias que contienen azufre no huelen bien.—Importancia de la perfumería en la economía social.—Niza, Cannes y Grasse.—Preparación de aguas olorosas: agua de Colonia y otras.—Artículos de tocador, pomadas, etc.

En la antigüedad, y particularmente en los pueblos más cultos, habitantes de los países cálidos, se daba á los perfumes una importancia, de la cual apenas podemos formarnos idea en estos tiempos de costumbres mucho más sobrias. Existieron para ello diferentes causas, pero principalmente la escasa variedad que por entonces se ofrecía en productos capaces de contribuir al *confort*, y en cuya virtud las materias olorosas tenían que llenar el vacío que hoy comparten con los narcóticos, bebidas de infusión, y, sobre

todo, los licores fermentados, en su influencia reanimadora del espíritu humano. Pero además debió influir otro motivo que, hasta cierto punto, subsiste todavía; la activa transpiración á que están sometidas las razas meridionales, que se hace perceptible de un modo poco agradable á nuestros sentidos, y que no basta á evitar la más exquisita limpieza, debió engendrar el deseo de encontrar un medio envolvente que viniera á disimular ú ocultar semejantes impresiones.

El uso de revestir el cuerpo con sustancias de olor agradable tiene, pues, una justificación natural. Lo dicho no es aplicable al uso abundante de incienso y otras sustancias aromáticas en los oficios religiosos, cuya causa no reconoce seguramente un origen tan vulgar, sino que hay que referirla más bien á la idea, mucho más poética, de que el humo aromático, elevado desde los altares, parecía poner en relación directa á la Divinidad, de que se tenía un concepto personal, con los que le ofrecían aquel culto; sin embargo, á juzgar por las impresiones de nuestro olfato en los casos de aglomeración de gentes, fiestas populares, sociedades gimnásticas, etc., no resulta digna de desprecio, al menos como medio auxiliar, esta costumbre de llenar de humo agradablemente oloroso la atmósfera de los templos, iniciada y practicada principalmente en la antigüedad.

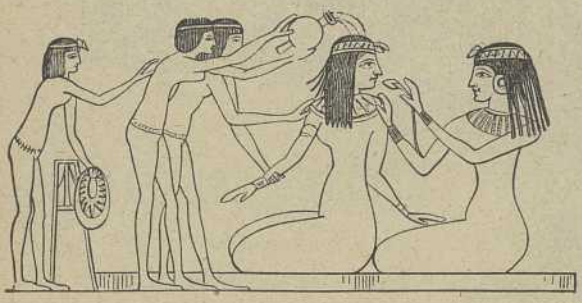


FIG. 199.—*Toilette* de una dama egipcia.

Cuanto más retrocedemos en la Historia, mayor número de ejemplos encontramos en confirmación de que el uso de los perfumes es antiquísimo. En las esculturas asirias, egipcias, griegas y de otros pueblos antiguos se encuentran figuras que representan, tanto la combustión de resinas ó sustancias análogas, como la irrigación con aguas aromáticas (fig. 199); y además es sabido que en el embalsamamiento de las momias se consumieron grandes cantidades de materias olorosas. Entre los israelitas, una de las ocupaciones de los sacerdotes era la preparación de inciensos, y Moisés llegó á dar como mandato divino la receta de un aceite sacro, compuesto de mirra, cinamomo, cálamo aromático, casia y aceite de olivas, con el cual debían untarse el Tabernáculo y el Arca de la Alianza.

Los griegos y romanos eran conocidos por su extremada afición á los perfumes. Entre los primeros, los ricos se impregnaban de perfumes tres veces al día. En sus festines jugaban éstos un gran papel; en el agua con que se lavaban echaban violetas y rosas, siendo una fuente considerable de riqueza para ciertas comarcas el cultivo de estas flores. Pero además se hallaban en uso

todas las demás sustancias aromáticas imaginables, pudiendo servir para demostrar cuán extenso debía ser semejante uso, el hecho de que, cuando Alejandro Magno triunfó de Darío, entrando á saco en el departamento de éste, entre las preciosidades encontradas en él sobresalió una abundancia inmensa en ungüentos y perfumes los más exquisitos. Los sibaríticos atenienses llegaban en esto al extremo de destinar ungüentos especiales para las distintas partes del cuerpo, y así, por ejemplo, se encontraba corriente frotar la cara con aceite de palma, los brazos con un bálsamo de menta, los cabellos con un perfume de mejorana, la barba y la nuca con tomillo silvestre, etc. La disipación en perfumería llegó, por último, á tal grado, que los legisladores se vieron obligados á dictar acerca del asunto algunas disposiciones; y en Roma, donde se llegó á lo imaginable en la exageración de la moda, heredada de Grecia, encontramos á Nerón, quien quemó mayor cantidad de sustancias aromáticas de las que podía suministrar la Arabia en todo un año, sólo en los funerales de su esposa Poppea.

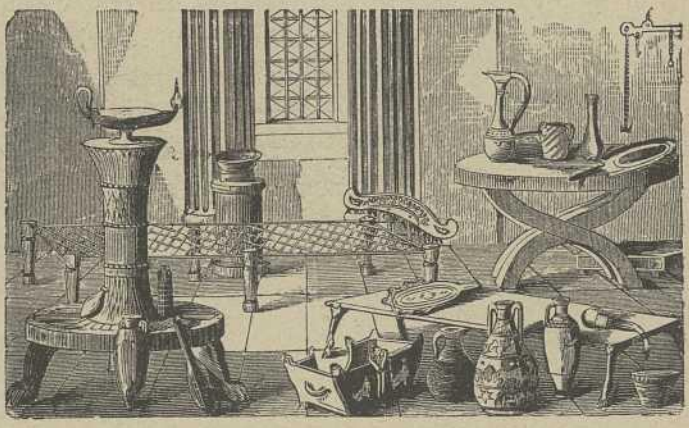


FIG. 200.—Objetos de tocador, altar de sahumerio y frascos de ungüento, romanos.

La Arabia era en aquellos tiempos el principal país productor de perfumes y de incienso, á cuya sustancia debió su origen la riqueza, proverbial entre sus contemporáneos, de la mayor parte de los árabes. Ya anteriormente fueron éstos los comerciantes intermediarios entre los pueblos de la India por una parte, y los egipcios, fenicios, asirios y babilonios por otra, siéndoles permitido monopolizar el tráfico comercial entre Europa y el Asia oriental, en virtud de la favorable situación de su Península. Según demuestra Kremer, fueron los sabeos y los gerrheos los que se dedicaron exclusivamente al comercio de incienso. Esta resina, el medio más antiguo, sin duda, que se haya puesto en uso entre nuestros antecesores para perfumar un espacio, se obtenía, según Plinio, en el país de Schihr, y era exportada desde Schibam, donde los sacerdotes retenían el diezmo para su dios Sabis. Sólo las caravanas destinadas á Persia y Babilonia emprendían distinta ruta. Por medio del incienso entraron los árabes en relaciones comerciales con las Indias, aprendiendo á conocer los artículos de especiería allí producidos, como canela, casia, etc., que cambiaban por su incienso, y llevaban á su regreso para venderlo

en otros países. Así se desarrolló un tráfico, cuya base principal la formaba la especiería, y cuya importancia queda suficientemente demostrada por la de las sumas que algunos, como Nerón, aportaron por su sola cuenta; pues aunque estos ejemplos son excepcionales, testifican siempre la generalidad del consumo de tales artículos. De un modo más positivo se revela la importancia del expresado comercio por los monumentos, edificios, castillos, terrazas, etc., que quedaron en las calles y puntos donde se desenvolvía, y que sólo pudieron originarse como consecuencia de un movimiento mercantil extraordinariamente considerable.

La caída del imperio romano dió lugar á una profunda alteración de las relaciones entre los pueblos, y sobre todo en el comercio de especiería, pues en un principio al menos, los apóstoles del cristianismo debieron prestarle poco apoyo con sus doctrinas, basadas en un soberano desprecio de los placeres sensuales. En efecto; aquel período histórico se caracteriza por una gran sobriedad olfatoria, si así puede llamarse; y sólo á impulsos de la afición á los viajes y al cosmopolitismo, iniciada en el siglo XV, se despertó de nuevo el gusto de los artículos de perfumería, con el conocimiento de las costumbres propias de los países recién descubiertos. Sin embargo, en los siglos XVII y XVIII, y particularmente en la brillante corte de los reyes franceses, llegaron á adquirir los perfumes una preponderancia que, por su carácter de ridícula exageración, hace recordar muchas veces las costumbres de la antigüedad, sin que por otra parte pueda reconocerse aquí la originalidad y la gracia de que aparecen rodeados á nuestros ojos los actos de los pueblos antiguos, ó por lo menos del pueblo griego.

En el último período citado debió también originarse el nombre de *pomada*, derivado de la forma especial de elaboración de este artículo de tocador. En efecto; durante cierto tiempo fué muy estimado el olor, bien conocido y semejante al del almizcle, de la manzana pasada, y para perfumarse de este olor se mezclaba con grasa la carne de la manzana podrida, espolvoreada con clavillo, canela, etc., untándose luego los cabellos con dicha composición. En tiempos de Luis XV existía una afición, tal vez mayor que hoy, á ir en pos de lo nuevo, á ofrecer incesantes cambios á la moda; y si fijáramos nuestra atención en el origen de muchas de nuestras sustancias aromáticas, bastante menos apetitoso todavía que el de las frutas podridas, no pondríamos seguramente tanto empeño en conservar la estima que se concede generalmente á todo lo que procede de tiempos pasados. Es digno de admiración el hecho de que el almizcle y otros perfumes semejantes no han sido siempre considerados como suficientemente intensos, prefiriéndose á ellos olores como el de la asafétida; pero como quiera que las aberraciones en el gusto de los olores son purgadas por los mismos que en ellas incurren, sin que dejen huella á la posteridad, como sucede, por ejemplo, con los errores en la pintura ó

arquitectura, nada importa que haya quien prefiera acercarse á sus narices la podredumbre.

El arte de la perfumería se encuentra hoy á una altura muy superior á la de otros tiempos, al menos en cuanto se refiere á sus medios, por efecto del apoyo que le prestan, por una parte, los numerosos descubrimientos de nuevos productos naturales, y por otra, los no menos numerosos de transformaciones originadas en ellos por la química. No disfruta, sin embargo, del favor que le concedía la civilización antigua; no responde á una necesidad tan general como en otros tiempos. Sus dominios han sido cercenados por el tabaco y otros artículos de capricho, y parece como si estas sustancias de efectos enérgicos hubieran producido una especie de degeneración en nuestro olfato. Al menos hay que confesar que este sentido no ha participado del sutil desarrollo que han experimentado los de la vista, oído y gusto, ó que dista mucho de ser proporcionado al de los otros. Nosotros vemos mejor que los antiguos; poseemos los aparatos más delicados para las investigaciones ópticas; las artes pictóricas nos presentan objetos corpóreos con sus perspectivas, estereóscopos, etc.; del mismo modo nuestro oído se ha perfeccionado, y buena prueba da de ello el desarrollo de la escala musical, mucho más completa que la que conocían los antiguos; el gusto no ha revelado refinamientos tan generales, pero si bien ha quedado por debajo de los dos sentidos anteriores, la comparación entre lo actual y lo antiguo nos presenta banquetes extraordinariamente delicados, en lugar de los monstruosos excesos que se llevaban á cabo en Roma, y de las repugnantes glotonerías que se cuentan con referencia á la Edad Media. El olfato parece, por el contrario, el desheredado. Ahora bien: ¿será esto efecto de que el hombre haya consagrado de preferencia su atención educadora á los sentidos superiores, ó que dicho sentído del olfato sea incapaz de obedecer á la acción de un método progresivo de desenvolvimiento? Nos inclinamos á admitir la primera hipótesis, que ofrece una hermosa prueba de los altos vuelos del progreso humano.

Pero por más que no podamos comparar la perfumería, es decir, el arte de preparar sustancias agradablemente olorosas para el uso común, con la música, por ejemplo; cuyos sonidos se combinan entre sí de un modo preconcebido y bien determinado para constituir un conjunto de gran efecto (y no es que no se haya intentado establecer una escala de olores, cada uno de los cuales correspondiera á los doce sonidos de la octava musical, y con los que se pudieran arreglar composiciones olfatorias de cierta analogía con las musicales y según las reglas de la armonía), algo se ha sensibilizado el olfato, y mucho se ha conseguido en aquel arte para satisfacer el bienestar humano; y debe ofrecernos el conocimiento de los medios empleados por él tanto más interés, cuanto que en este estudio encontraremos ocasión de aclarar varias cuestiones de importancia científica é industrial.

Comenzaremos, pues, por ocuparnos en particular de un grupo de sustancias á las que hay que atribuir, en la inmensa mayoría de los casos, la causa de los aromas de flores, frutos y otros productos orgánicos.

ACEITES ETÉREOS Ó ESENCIALES

Aparte de otras razones, merecen nuestro interés porque, en virtud de sus interesantes propiedades, han motivado trabajos científicos muy exactos y los descubrimientos más sorprendentes. En prueba de ello, sólo consignaremos que el agradable olor de almendras amargas se puede obtener hoy, con mucha más economía, de la orina de los caballos y bueyes, que de las mismas almendras amargas, y aun puede también prepararse del alquitrán, cuya sustancia no tiene ciertamente nada de aromática; con el ácido fénico, ó fenol, contenido en éste, transformado primeramente en ácido salicílico, se puede preparar artificialmente la esencia de la *Gaultheria procumbens*, y, por último, recordaremos los productos que se extraen de los aceites empireumáticos, que quedan como residuo de la destilación de los alcoholes, por medio de los cuales se consigue transformar el olor de la manteca rancia en otros completamente distintos y agradables.

Los aceites etéreos no tienen sólo de común con los grasos las propiedades exteriores, el aspecto oleoso característico, en virtud de su composición química; tienen también cierta analogía con ellos, y, por otra parte, muestran entre sí tan grandes divergencias, que no es posible reunirlos en un solo grupo, estando justificada, no más que por la práctica, su designación en común con el nombre de esencias. Los expresados productos se hallan muy esparcidos en el reino vegetal, presentándose sólo en casos raros en el reino animal. Cualquiera flor de las que nos deleitan con su aroma especial tiene, por lo general, su aceite etéreo propio, y aun se encuentran con frecuencia vegetales cuyas diversas partes tienen olores debidos á distintas esencias.

Las propiedades de la esencia de azahar, ó flor del naranjo, son sin duda tan distintas de las de la esencia contenida en las hojas verdes del mismo árbol, como de las que poseen las de la rosa. Es más; en una misma planta, y aun en parte de ella, el aceite etéreo varía tanto, según el país en que vive el vegetal, que alguno de estos aceites empleados en perfumería tienen precios hasta diez veces mayores, según las distintas procedencias. Las rosas de Pest eran célebres en la antigüedad por la delicadeza de su aroma, y en Oriente existe una esencia de rosas de Gazpur, que tiene un precio muy elevado. La esencia de azahar y la de reseda suele obtenerse preferentemente con flores de Niza y sus contornos, y aun allí es sabido que las violetas de los puntos elevados tienen un precio muy superior al de las que se cogen en el

valle; la esencia de espliego de Mitcham, en Inglaterra, tiene un precio ocho veces mayor que la de cualquiera otro punto.

Aparte de las flores, existen también aceites etéreos, principalmente en los frutos y sus membranas envolventes, y no tenemos más que acordarnos del aroma y gusto aromático del comino, del anís, de la nuez moscada, de la pimienta ó de las vesículas existentes en la piel de la naranja y el limón, que están llenas de aquella clase de líquidos. Muchas veces se hallan también impregnadas de ellos las raíces y partes leñosas; la esencia de canela se obtiene principalmente de la corteza del árbol á que pertenece; la madera de cedro debe su grato olor á un aceite especial, del mismo modo que las maderas de la mayor parte de los pinos, cuya resina da también la esencia de trementina. El jengibre y el cálamo tienen raíces aromáticas, de las cuales se extraen esencias, y casi puede decirse que no existe en planta alguna órgano del que no se pueda extraer algún perfume. Donde son más escasos es en las ramas jóvenes y en las yemas, mientras que suelen contenerlos en mayor abundancia los órganos viejos, que no toman una parte tan enérgica en la actividad vital del vegetal, y que sirven, en cierto modo, como depósito de esta clase de secreciones, pues los aceites etéreos no parecen sufrir ya en los organismos transformación alguna que contribuya á su sostenimiento.

PROCEDIMIENTOS DE EXTRACCIÓN

Es sabido que ciertas partes vegetales son tan ricas en esencias, que puede hacérselas fluir con sólo separar su epidermis; de tal suerte se obtienen los bálsamos más olorosos, así como la trementina común. En otras partes vegetales no pueden extraerse los aceites etéreos sino mediante fuertes presiones, con las que se rompen las vesículas que los encierran; así se obtienen las esencias contenidas en la piel fresca de los limones y frutos análogos. Pero cuando dichas esencias se hallan contenidas menos abundantemente, ó bien son tan costosas que hay que evitar la pérdida de su más pequeña porción, se recurre á procedimientos de extracción de otro género. Consisten éstos en tratar las partes vegetales por alcohol, aceites grasos y otros líquidos, en los que se disuelven las esencias, si bien por lo común se utilizan los jugos mismos que contienen las materias etéreas, las cuales se separan por destilación, empleando, para provocar ésta, el vapor de agua. Para esta operación puede servir de alambique una caldera ordinaria con doble fondo agujereado, sobre el que se colocan las flores, frutos, etc., mientras que el agua ocupa el espacio inferior. Al hervir el agua, sus vapores arrastran los del aceite esencial, que suelen ser muy volátiles, condensándose en el recipiente un líquido acuoso que aparece enturbiado por gotitas flotantes, de aspecto lechoso. De-

jando reposar la masa por corto tiempo, se verifica una separación, ascendiendo á la superficie el aceite esencial, que es más ligero que el agua, y que puede recogerse directamente. Este antiguo modo de obtener esencias no se emplea ya en las fábricas modernas, y sí sólo en la pequeña industria, como, por ejemplo, para la obtención de la de rosas en la vertiente meridional de los Balkanes, y en China é Indias para extraer las de casia, de clavillo, etc. En la gran industria se hace uso de un procedimiento mucho más beneficioso, como es la destilación con vapor á alta presión, para lo cual se produce éste por separado, en calderas especiales, conduciéndolo por un tubo á la caldera del alambique, donde penetra por entre dos fondos agujereados.

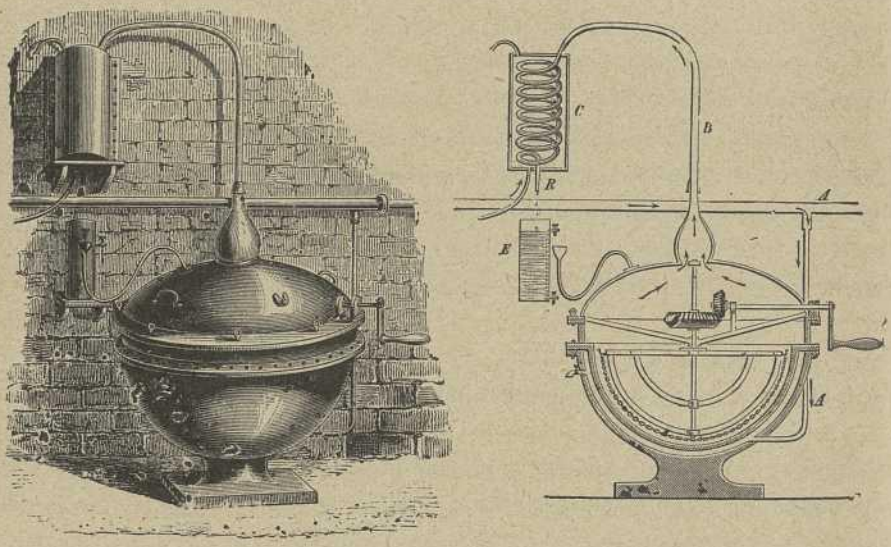


FIG. 201.—Aparato perfeccionado para la destilación de los aceites esenciales.

La fig. 201 representa un aparato muy apropiado para esta clase de destilación. El vapor de agua penetra por el tubo *A* en la caldera del alambique, entre los dobles fondos de la misma, donde se hallan las partes vegetales que contienen la esencia. Un mecanismo agitador permite remover la mezcla cuando es necesario. La parte volatilizada sale por el tubo *B*, que se abre en la cucúrbita de la caldera, siendo conducida al refrigerante *C*, cuya disposición ya hemos descrito anteriormente. El agua y la esencia condensadas fluyen por *R* á la vasija *E*, donde se separan en capas.

La mayor parte de los aceites esenciales son, como hemos dicho, más ligeros que el agua; pero algunos hay también más densos, y forman una capa inferior á la de aquélla. Como quiera que las esencias no son completamente insolubles en el agua, la que se recoge como producto de la destilación posee también el olor de la de aquellas, aunque en grado inferior. Este agua se emplea de nuevo sucesivamente para la misma operación, haciéndola

pasar á la caldera por medio de un sifón como el que representa nuestra figura. La llave de salida para el agua se encuentra, como es natural, en la parte inferior ó superior del recipiente, según que el aceite sea más ligero ó más denso que el agua; con esta disposición se obtiene un gran rendimiento de esencia. En los aparatos donde no se utiliza de este modo el agua destilada en que permanece disuelta una parte del aceite etéreo que no se separa del líquido ni por un reposo prolongado, se la destina siempre al tratamiento de las partes vegetales frescas. Cuando estas partes tienen muy pequeña cantidad de aceite esencial, el último procedimiento es el único aplicable en general para extraerla; en este caso se destila sucesivamente una misma cantidad de agua con diversas porciones de la expresada planta, hasta que, por último, se acumula en ella una cantidad de esencia tal, que llegue á producirse la separación por capas, que se favorece también añadiendo un poco de sal común. Todavía hay casos en que no puede extraerse esencia alguna de este modo, así como otros en los cuales el perfume es tan delicado, que pierde por la destilación misma, como sucede en el caso del jazmín y la reseda, etc.; entonces se hace uso de otros procedimientos, con los que se llega á utilizar dichos aromas para los fines de la perfumería. Y como quiera que los perfumes de este género suelen emplearse en unión de grasas ó aceites, ó bien disueltos en alcohol, se utiliza en tales casos con éxito la *digestión* de las partes vegetales con aceite de olivas ó de behén rectificado. Generalmente se ponen las expresadas flores en capas, alternando con otras de algodón en rama impregnado en aceite de olivas, y se renuevan aquéllas hasta que el aceite haya absorbido bastante cantidad de esencia, en cuyo caso se exprime el algodón ó se destila con agua. Estos aceites grasos, cargados de principios aromáticos, se suelen destinar á la fabricación de pomadas y cosméticos. Pero además existen también á veces en las partes vegetales sustancias susceptibles de disolverse en el aceite de olivas, juntamente con las esencias, y que alteran el olor de éstas, en cuyo caso hay que modificar el procedimiento, haciendo que dichas partes de plantas no se pongan directamente en contacto con la materia grasa, sino que ésta absorba tan sólo el aroma desprendido por aquélla. En lugar de los aceites grasos se suele emplear para esta absorción algunos éteres grasos puros, desde los cuales puede transmitirse también el aroma al alcohol. Estas operaciones entran más bien en el terreno de la perfumería práctica, pues por lo general no conducen á la obtención de aceites esenciales puros, sino directamente á la fabricación de pomadas, etc., en virtud de lo cual encontraremos más adelante ocasión de estudiarlas de nuevo.

PROPIEDADES Y COMPOSICIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES

Algunas esencias se parecen tanto por sus principales propiedades, y aun ofrecen una identidad tan grande desde el punto de vista químico, que, más lo que tienen de común, llama la atención por lo que difieren. Otras, por el contrario, son completamente diferentes por su propia composición química; así, por ejemplo, encontramos en este grupo carburos de hidrógeno, alcanfores, alcoholes, aldehydos, éteres de distintas clases, etc., y la mayor parte de las sustancias comprendidas en él son mezclas naturales de varias especies químicas pertenecientes á los citados grupos, y en proporciones que varían entre ciertos límites.

La cualidad más característica de los aceites etéreos en general es su fluidez, y el estar dotados de fuertes olores. Respecto á esto último se han hecho algunas observaciones curiosas; la esencia de limón y la de trementina, que coinciden por completo en su composición química (por cuanto tienen la misma proporción centesimal de carbono é hidrógeno), no poseen olor alguno cuando están completamente puras y recién destiladas sobre cal viva en el vacío, coincidiendo además en sus propiedades físicas, como el color, el peso específico, la refrangibilidad, etc.; pero en cuanto permanecen algunos instantes en contacto con el aire, se manifiesta en cada una de ellas el olor característico.

En general, su peso específico es inferior al del agua destilada, y sólo algunos, como el de clavel, son excepción de la regla, y se van al fondo de las vasijas que contienen aquel líquido típico. Su combustibilidad revela ya que el hidrógeno y el carbono dominan en la composición de los aceites esenciales, y algunos están compuestos solamente por estos dos elementos; otros contienen oxígeno, siendo escasos los que tienen nitrógeno, así como azufre, cuya presencia caracteriza una pequeña clase dentro de ellos.

Las esencias no oxigenadas nos ofrecen los ejemplos más interesantes de isomeria; se las designa en común con el nombre de *terpenas*, y tienen todas la misma composición centesimal, que es de 88,25 partes de carbono por 11,75 de hidrógeno; el punto de ebullición es también uno mismo para la mayor parte (176° centígrados), á pesar de lo cual poseen todas olores diversos, y generalmente también distinta acción sobre la luz polarizada. Por lo que á esto último se refiere, existen terpenas, tanto inactivas como destro y levogiras; en éstas varía también el valor del ángulo de rotación. Como ejemplos de terpenas isómeras, citaremos la esencia de limón, la de naranja, la de bergamota, la de comino, la de tomillo, y varias más. Otros hidrocarburos, como las esencias de salvia, de cubeba, de enebro, etc., son polímeras de las anteriores,

pues su punto de ebullición, de 250 á 270°, es notablemente superior al de aquéllas. A pesar de esta igualdad en su composición centesimal, no se ha conseguido todavía transformar una de estas terpenas en otra, ni se tiene esperanza alguna de conseguirlo, por más que sería de importancia convertir, por ejemplo, la terpena de la esencia de trementina, tan barata, en la de azahar, que tan alto precio tiene.

Hay muchos aceites esenciales que, como los de rosa y anís, son una mezcla de dos especies distintas, de las cuales generalmente la una posee un punto de fusión muy superior al de la otra, y, por consiguiente, cristaliza por un descenso gradual de temperatura. Semejantes esencias, que se congelan bajo la influencia del frío, reciben el nombre de *estearoptenas*, mientras que se llaman *oleoptenas* las que permanecen líquidas. Estas denominaciones no tienen relación alguna con la naturaleza química del producto. Los aceites esenciales ó volátiles se alteran por la absorción de oxígeno, transformándose generalmente en un bálsamo espeso que, en ocasiones, se encuentra ya formado también en las plantas.

Dado el gran número de aceites etéreos conocidos hasta el día, no podemos hacer aquí otra cosa que estudiar ligeramente los más importantes de entre ellos, incluyendo algunos, que no se usan precisamente en perfumería, como sucede, por ejemplo, con la esencia de trementina, la más abundante y barata de todas, y que se emplea en especial en la fabricación de barnices. La esencia de trementina es un componente de la trementina común, que fluye por las incisiones practicadas en el tronco y ramas de ciertos pinos, en forma de un bálsamo, y cuya resinificación es mayor ó menor, según la edad del árbol. Se separa la esencia de la resina por destilación con agua. La primera, en estado de pureza, es un líquido fluido, incoloro y dotado del olor que todos conocemos. Expuesta al aire, absorbe con rapidez el oxígeno, y puede reducirse en poco tiempo á la vigésima parte de su volumen, convirtiéndose por completo, últimamente, en resina. El gas clorhídrico puro transforma la esencia de trementina en una combinación semejante al alcanfor, y llamada por esto alcanfor artificial. La esencia de pino es una clase inferior de trementina, que se obtiene como producto secundario de la pez. La esencia de trementina disuelve todas las resinas, así como todos los aceites grasos y volátiles, y esta propiedad ha dado origen á multitud de aplicaciones, tanto para la fabricación de lacas como para la dilución de los colores al óleo, y también, fraudulentamente, para falsificar otros aceites esenciales.

La esencia de limón se obtiene por expresión de las cortezas del fruto así llamado (de la planta *Citrus médica*). Es muy usado en la fabricación de licores, de bombones, en la pastelería, etc. Deposita una estearoptena bajo la influencia de fríos intensos. La esencia de la corteza del fruto del *Citrus bergamia*, ó sea el conocido aceite de bergamota, posee un olor muy fino y un

color amarillo verdoso; tanto ésta como la de naranja (del *Citrus aurantium sinensis*), poseen un peso específico (0,85) que coincide exactamente con el de la esencia de limón. Todas estas esencias se fabrican principalmente en Sicilia, España y Portugal.

Una de las esencias más preciadas es la llamada de azahar, obtenida de las flores del naranjo amargo (*Citrus bigaradia*); su precio es casi tan elevado como el de la esencia de rosa. Cuando es pura, huele menos agradablemente que diluída en un volumen veinte ó treinta veces mayor de alcohol, en lo cual se parece también á la esencia de rosas procedente de Turquía. El cultivo de la rosa para extraer la esencia forma en este país, en la vertiente meridional de los Balkanes, y principalmente en los alrededores de Kislanik, una industria agrícola peculiar de estas comarcas. No se deja crecer mucho los rosales, sino que, por el contrario, se procura que se inclinen hacia el suelo; todas las mañanas se recolectan las flores recién abiertas, se deshojan inmediatamente sus pétalos, se destilan éstos con agua, y el líquido destilado, que contiene disuelta la esencia, se deja al frío por las noches, con objeto de que ésta se concrete y se separe del agua. Para ello se mantienen cubiertos los tinos con paños húmedos. Por lo demás, el rendimiento es muy pequeño, pues por cada 20.000 rosas sometidas á la destilación puede calcularse, en el caso más favorable, una película de esencia que apenas da una onza de peso. El agua de rosas se utiliza repetidas veces para la destilación de nuevas flores frescas. La esencia de rosa pura sólo se encuentra raras veces en nuestro comercio, pues la que se vende generalmente con este nombre suele estar adulterada con esencia de geranio y esperma de ballena, á fin de aumentar la masa.

Para los fines de la perfumería tienen además aplicación principalmente las siguientes esencias: la de espliego, que se destila de las flores de la *Lavándula vera*, sobre todo en los alrededores de Niza, Grasse y Mónaco, y cuya clase más fina es la esencia de Mitcham, de los ingleses, según ya queda dicho; la de romero, de las sumidades floridas del *Rosmarinus officinalis*, que se obtiene en el Mediodía de Francia, en Italia y España; en los mismos puntos se obtiene también la de tomillo, que por lo demás sólo entra en cantidades muy pequeñas en las preparaciones de perfumería, y proceden del *Thymus vulgaris;* por último, las de casia y canela de Ceilán, que se destilan en los países correspondientes de la corteza de canela ya mencionada en el capítulo de la especiería, la de clavel, ó sea el principio aromático del mismo, que es más denso que el agua, algo espeso, de color pardusco y que se compone en su mayor parte de *eugenol.* Manila nos suministra la esencia de ilang-ilang, de olor exquisito, semejante al del jacinto, y que procede de algunas orquídeas, así como Ceilán y la península índica nos proporcionan la esencia de lima, menos valiosa y de uso más común, extraída del *Andrópogon citriodorum;* en cambio la esencia de patschulí se destila en Europa con la hierba

Pogostemum patschuli, que se cría en las Indias orientales; el olor de esta esencia es tan fuerte y característico, que sólo puede emplearse en cantidades extraordinariamente pequeñas, y aun así no todos la toleran. Lo mismo sucede con las esencias de sándalo, cedro y alguna otra.

En la fabricación de licores se emplean con preferencia las esencias de comino, perejil, anís, ajenjo, enebro, menta piperita, mentón, cálamo, macis y cardamomo; en medicina se suelen emplear, además de algunas ya mencionadas, la de camomila, valeriana y cayeput.

Nos hemos reservado para lo último decir algunas palabras acerca de la esencia de almendras amargas, porque esta sustancia merece una distinción particular entre las demás del grupo. En efecto; es el producto de una reacción química que tiene lugar cuando se hace actuar entre sí en presencia del agua, y á una cierta temperatura, dos sustancias completamente inodoras. La una se llama *emulsina*, la otra *amigdalina*. Ambas están contenidas en las almendras amargas, y de aquí que, si se trituran éstas y se separa por expresión de la pasta el aceite graso, destilando con agua el residuo agitado en el seno de ésta, puede originarse el aceite etéreo y aislarse en el recipiente del aparato destilatorio.

La esencia destilada es amarillenta, de un olor intenso, más pesada que el agua, y no hierve hasta una temperatura superior á los 100°. Cuando no se la ha sometido á una purificación especial, posee propiedades venenosas, pues generalmente contiene una cantidad no despreciable de ácido cianhídrico. Expuesta al aire, se altera, transformándose, por absorción de oxígeno, en ácido benzoico. La purificación de la esencia de almendras amargas, para quitarle el ácido cianhídrico, es una cuestión de la mayor importancia, toda vez que esa esencia se emplea para diversos usos, y particularmente en pastelería, fabricación de licores, etc. La nitrobencina, que, como ya se ha dicho, tiene el mismo olor que la esencia de almendras amargas, aunque menos fino, puede servir muy bien como succedáneo de esta esencia para perfumar jabones, por ejemplo; pero en modo alguno para los usos de la pastelería y fabricación de licores, pues tiene propiedades muy venenosas, y además un sabor desagradable. Por otra parte, esta nitrobencina no tiene nada de común, desde el punto de vista químico, con la esencia de almendras amargas ó aldehido benzoico. En cambio se preparan hoy industrialmente con el toluol del alquitrán grandes cantidades de una esencia de almendras amargas artificial, constituída, como la natural, por el aldehido benzoico, y que coincide con esta última hasta en contener como impureza ácido cianhídrico; por el olor apenas es posible distinguirlas entre sí, pero el sabor establece entre ambas pequeñas diferencias.

Pasando á ocuparnos de otra clase de aceites esenciales, encontramos, en la impresión que producen en nuestro olfato, una circunstancia que los separa por completo de los anteriores, pues mientras que éstos son buscados

por lo agradable de su aroma, los otros tienen olores, á veces fuertemente desagradables, debiendo su importancia, bien á sus propiedades medicinales, bien, en algunos casos, á su sabor especial, que los hace aptos para servir como estimulantes. La cebolla, el rábano, la mostaza, etc., son productos vegetales estimados en casi todos los pueblos. Lamentándose de su situación en el desierto, decían los israelitas: "Sentimos la falta de la calabaza y el melón, del ajo y la cebolla.„ En España é Italia apenas hay salsa sin estos condimentos; pero no en todas partes gozan de la misma predilección que nosotros heredamos de los moros, y éstos de los egipcios. Ahora bien; la causa de este consumo general no reside en otra cosa que en los aceites esenciales contenidos en dicho producto, y que, aislados, poseen á veces un olor completamente insoportable, conforme antes indicábamos.

Las esencias de este grupo contienen todas un componente, con el que no habíamos tropezado todavía en las anteriormente consideradas; tal es el azufre, y, al parecer, puede establecerse la regla de que dichas esencias despiden un olor tanto más fétido, cuanto mayor proporción existe en ellas de este infernal asociado. El más importante de los expresados aceites volátiles es el de la mostaza, que se obtiene de la mostaza negra por destilación con vapor de agua, después de haber separado por expresión el aceite graso. Dicha esencia no se halla formada de antemano, sino que se forma por la acción del agua, como sucede con la de almendras amargas. Posee un olor muy penetrante, que excita el lagrimeo, y cuya acción irritante sobre la piel es bien conocida por el empleo que de la mostaza se hace, en general, para sinapismos. La esencia de mostaza, como la de almendras amargas, puede obtenrse también artificialmente; en efecto, su composición quimica corresponde á la de un sulfocianuro de alilo, así como la de ajo, que asimismo se puede preparar artificialmente, es un sulfuro de alilo. El peso específico de casi todas las esencias sulfuradas es superior al del agua, y, excepto la de mostaza, se preparan rara vez, por lo cual podemos prescindir de ocuparnos más detenidamente en su estudio.

FALSIFICACIONES

El alto precio que alcanzan los aceites esenciales ha dado lugar á frecuentes falsificaciones, que no son difíciles de descubrir cuando la sustancia empleada para ello es un aceite graso; basta, en efecto, depositar algunas gotas del expresado líquido sobre papel de filtro, y dejarlo al aire algún tiempo, ó bien aproximarlo á un sitio caliente para que la esencia se volatilice, mientras que el aceite graso deja una mancha permanente. Más difícil es reconocer la mezcla de pequeñas cantidades de alcohol, si bien cuando la cantidad de él es grande, puede demostrarse su presencia sin más que agitar en un tubo gra-

duado el aceite con un volumen igual de agua, la cual absorbe el alcohol, reduciéndose así el volumen de la capa oleosa. Aún es más difícil demostrar la falsificación de las esencias más caras con otras de más bajo precio; por lo general, sirven para esto esencias que tienen un mismo olor, ó bien que se distinguen poco entre sí bajo este concepto. El análisis orgánico no ha conseguido encontrar reacciones que permitan caracterizar en particular á cada una de las esencias más que en un pequeño número de casos, por más que, dada la importancia práctica de la cuestión, se han hecho muchos esfuerzos en tal sentido.

Uno de los reactivos más seguros, que por lo menos indica si existen mezcladas esencias oxigenadas con otras no oxigenadas, es el nitroprusiato cúprico. Como quiera que muchas de las falsificaciones se practican con esencia de trementina pura, indicaremos el medio más sencillo de reconocer la presencia de esta última en un aceite volátil oxigenado: se pone en un tubo de ensayo un trocito de nitroprusiato cúprico del grueso de una cabeza de alfiler, con la esencia oxigenada que se ensaya, y se calienta esta última hasta hacerla hervir algunos segundos; si la esencia no contiene trementina, el nitroprusiato cúprico adquirirá un color negro, pardo ó gris, y al mismo tiempo el líquido cambiará de color, oscureciéndose generalmente; si, por el contrario, existe en el líquido esencia de trementina, el precipitado será de un hermoso color verde ó azul verdoso, y el líquido que sobrenada permanecerá incoloro ó amarllento. De todos modos, la práctica de este ensayo exige cierta experiencia.

FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE PERFUMERÍA

Esta industria, que se funda principalmente en la extracción, refinado y mezclas de los aceites esenciales, formando ciertas preparaciones, ha adquirido extraordinaria importancia en algunas comarcas, que, por efecto de su situación geográfica, se prestan al cultivo de flores aromáticas, y particularmente en los alrededores de Niza, Cannes y Grasse (fig. 200), una gran parte de cuya población vive de las industrias relacionadas con la extracción de los principios aromáticos de las plantas con que les favorece el clima. Las siguientes noticias, tomadas del libro *Química de tocador*, del doctor H. Hirzel, harán comprender cuán enormes son las cantidades de flores aromáticas elaboradas en los citados puntos. Un solo fabricante de artículos de perfumería, el Sr. Hermann, de Cannes, consume anualmente, según dicho libro, 70.000 kilogramos de flor de naranjo, 6.000 de flor de acacia, 70.000 de hojas de rosal, 16.000 de flores de jazmín, 10.000 de violetas, 4.000 de jacintos y otras cantidades proporcionadas de lilas, romero, menta, limones, naranjas,

tomillos y multitud de otras plantas y partes de plantas. En total, Niza y Cannes juntos producen unos 25.000 kilogramos de violetas, cuya flor se da mejor en esos puntos que en ningún otro país; sólo Niza produce 20.000 kilogramos de flor de naranjo, y, juntamente con las aldeas próximas, una cantidad muy superior al doble de esta cifra. La flor de acacia se explota principalmente en Cannes, donde se da mejor, y donde la cosecha anual asciende á muy cerca de 17.500 kilogramos. En este mismo punto se cultivan también la mayor parte de las rosas, jazmines y jacintos destinados á dicha industria. Si observamos que la producción anual de Grasse y Cannes en perfumería se

FIG. 202.—Interior de una fábrica de artículos de perfumería en Niza.

eleva á unos 150.000 kilogramos de pomadas elaboradas, además de 250.000 de esencia pura de azahar, 450.000 de esencia pura de *petit grain* (las naranjitas desprendidas del árbol poco después de la floración), 4.000 de esencia de espliego, 1.000 de esencia de tomillo, etc.; y si tenemos en cuenta el fabuloso poder oloroso de todas estas sustancias, podríamos atribuir á este privilegiado suelo capacidad bastante para embalsamar la atmósfera de toda la Tierra habitada, con sólo la cosecha de un año.

La porción de terreno consagrada aquí al cultivo de tales plantas puede calcularse fácilmente por los datos ya consignados, teniendo en cuenta que para producir 1.000 kilogramos de flores, se necesitan 30.000 pies de planta de jazmín, 5.000 rosales, 100 naranjos, 800 geranios y 70.000 jacintos. La planta que ocupa mayor espacio es la de la violeta; después viene el naranjo;

la rosa y el jazmín ocupan sólo una tercera parte del de la primera; el jacinto sólo una quinta parte.

Directamente se preparan con las partes de plantas que á ello se prestan, los más variados artículos de perfumería, como son pomadas, cosméticos, aguas, jabones, almohadillas, papeles, cartones, bujías perfumadas, etc., etc.; y en los casos en que esto no puede hacerse, se extrae el principio aromático por uno de los procedimientos indicados de presión, destilación, maceración ó absorción, y se exporta concentrado para su conservación y aplicaciones. Obtener esencias puras es también uno de los fines principales de estas fábricas.

Para la preparación de las pomadas pueden utilizarse en general las mismas flores naturales. Se funde para ello la grasa que ha de emplearse (generalmente grasa de puerco pura ó sebo de buey) en una vasija, que se calienta en baño de agua ó de vapor, añadiendo á la masa fundida las flores cuyo aroma quiere comunicarse á la pomada, cuidadosamente escogidas. Durante el tiempo que está en contacto con las flores se mantiene en fusión la grasa, calentándola sólo lo preciso, con objeto de que no se volatilice la esencia, como sucedería si el calor fuera excesivo. Cuando, por último, las flores se han agotado por completo, se retiran, y si el olor que dejan á la pomada no es todavía suficientemente intenso, se sustituyen por otras frescas, procediendo del mismo modo que con las anteriores. Este procedimiento es el llamado de *maceración* (fig. 203), que se emplea también con las esencias mismas, y para obtener los aceites aromáticos (ó sean los llamados *huiles antiques*). Por medio del alcohol puede extraerse de las grasas así aromatizadas la esencia que contienen.

FIG. 203.—Baños de maceración.

Ya hemos mencionado el procedimiento de absorción á propósito de la manera de obtener aceites esenciales; pero debemos ocuparnos aquí de nuevo de él, pues los perfumes más delicados se extraen de las flores por ese medio, que está muy generalizado y perfeccionado, en Francia particularmente. Para practicarlo se tienen unas planchas gruesas de vidrio (de 60 á 70 centímetros en cuadro), que se colocan sobre un marco de unos seis centímetros de grueso; cada una de estas láminas se cubre con una capa de grasa pura de cinco milímetros de espesor, en la que se clavan las flores cuyo aroma se quiere recoger,

con el cáliz hacia arriba (fig. 204). Sobre estas placas de cristal se colocan otras dispuestas en la misma forma, que sirven como tapadera y no dejan escapar el principio aromático; de igual modo se superponen nuevos pares de láminas cubiertas de grasa, encerrando entre sí las flores, que se renuevan á medida que sueltan la esencia que contienen. En lugar de las placas de vidrio se usan también telas metálicas, sobre las que se ponen pedazos de madapolán, impregnados con aceite de olivas muy puro (figura 205). Después que éste se ha saturado, se comprimen las telas y se emplea el aceite aromatizado en la preparación de pomadas, etc., ó bien se extrae la esencia que contiene por medio del alcohol.

FIG. 204. Lámina de absorción, de vidrio.

En Niza y sus alrededores se exportan cantidades considerables de extractos, aceites, esencias, etc., sin elaborar, que sirven de base, en la industria de la perfumería, para obtener por su mezcla efectos de olor determinado y bien recibidos por el público.

En efecto; no siempre se prefiere un olor simple y puro, sino que, por el contrario, se suelen encontrar composiciones de varias de estas sustancias olorosas en proporciones tales, que no puede hacerse perceptible ninguna de ellas en particular, y cuyo conjunto determina una impresión agradable sobre nuestros sentidos. De este género son en particular los perfumes llamados generalmente esencias, que contienen algunas de éstas en disolución alcohólica. Se conoce un sinnúmero de ellas; pero la más común es, sin duda, la llamada agua de Colonia; su preparación y composición, lo mismo que la de todas las demás, es, como se comprende, un secreto que guardan con gran escrupulosidad sus poseedores. El nombre de *Farina*, á que va unida la fama de ese líquido, es conocido en todo el mundo civilizado; y para formarnos idea de la influencia que puede ejercer por sí solo un nombre, no tenemos más que penetrar en la "sagrada„ ciudad de Colonia, y recorrer las calles que circundan á la plaza de Jülich, fijándonos en las muestras de sus tiendas. Todos los Farinas del mundo parecen estar allí reunidos y consagrados á fabricar el agua de Colonia, que lleva su nombre en dicha plaza y sus alrededores; y si se preguntara á los forasteros el objeto que les ha conducido á Colonia, con seguridad que en su mayor parte dirían que iban en busca de Johann María Farina, el primitivo destilador de la legítima agua de Colonia.

FIG. 205. Tela metálica para la absorción por medio del aceite.

La base de todas las aguas, ó *bouquets*, como llaman los franceses á este género de perfumes, es el alcohol, que juega un doble papel como disolvente de los aceites esenciales y por su propio olor característico, no siendo, por tanto, indiferente que dicho alcohol proceda del vino ó de los granos de

cereales, patatas, remolacha, etc. Según el perfume, se presta mejor el alcohol de una ú otra procedencia; y así, mientras el agua de Colonia superior sólo puede prepararse con espíritu de vino puro, la experiencia de los perfumistas aconseja emplear el espíritu de granos ó de remolacha para la disolución del perfume de almizcle, ámbar, civeto, violeta, jacintos y jazmines.

El alcohol da al perfume frescura y mayor fuerza, y para obtener el máximo efecto no suele ser suficiente la simple disolución en alcohol de las materias odoríferas, sino que es preciso que éstas se compenetren lo más completamente posible, para lo cual basta en algunos casos dejar en reposo la mezcla durante un largo tiempo; pero en otros se ha revelado la conveniencia de procedimientos especiales de elaboración, que se suelen considerar como secretos de fábrica, y en los que debe tener gran importancia la adición sucesiva y gradual de los materiales. De semejante modo debe obtenerse, por ejemplo, el agua de Colonia superior, mezclando en primer término la esencia de limón con el alcohol, destilando la mezcla y añadiendo después al producto de la destilación los otros componentes, esencias de romero, de azahar, etc.

Resulta de lo dicho que es posible poseer el conocimiento exacto de la composición centesimal de uno de estos perfumes, y, sin embargo, que no se obtenga el resultado apetecido, por la mezcla de dichos componentes, cuando dicha mezcla no se practica en la forma adecuada.

Renunciamos á ocuparnos de la preparación de cada una de las pomadas, aceites y demás artículos de perfumería, toda vez que no nos proponemos hacer, un libro de recetas, y nos resta sólo consignar algunas sustancias odoríferas procedentes del reino animal, y que tienen aplicación en perfumería; tales son el almizcle, el ámbar y el civeto; el castóreo, dotado también de fuerte olor, se emplea sólo en medicina.

El *almizcle* es una secreción de los animales machos de algunas especies del género *Moschus*, principalmente del *Moschus moschíferus* y *Moschus sibirichus*, animales parecidos á nuestro corzo, que habitan en las altas montañas del Centro y Este de Asia, y pertenecen á la clase de los rumiantes. El almizcle más caro, de olor más intenso y que se conoce en el comercio con el nombre de almizcle del Tonkin, procede de las dos especies antes citadas; pero hay otras, hasta 13, que dan también almizcle, aunque muy inferior y de más bajo precio.

No parece que los antiguos griegos y romanos tuvieran conocimiento alguno del almizcle, toda vez que no se hace mención de él en sus escritos: en China, por el contrario, se ha hecho uso indudable de esa sustancia desde tiempos inmemoriales, siendo la causa del olor característico de la llamada tinta China. Las primeras indicaciones sobre el empleo del almizcle, y precisamente como sahumerio, se encuentran entre los escritores árabes. Ibn Baitar, el Plinio de los árabes, se ocupa del almizcle á mediados del siglo XIII, y cita

escritores del IX, Ischag Amran, Ischag ben Honain, y, principalmente, el célebre viajero árabe Masudí, ó Almasudí, originario de una familia de Hidschas, en la Arabia meridional, los cuales se ocuparon de las propiedades de este artículo. Más tarde se empleó el almizcle como medicamento, y aun hoy se le suele encontrar en nuestras boticas. Esta secreción, caracterizada por su olor intenso y persistente, se encuentra dentro de una pequeña bolsa de piel que se halla oculta bajo largos pelos en la línea media del abdómen, entre el ombligo y los órganos genitales. Dicha bolsa es ligeramente cóncava por la parte del ombligo, y abovedada y saliente por el otro lado, donde la cubre un pelamen espeso y rígido que forma una especie de remolino hacia el centro, en el cual, por último, se halla el vértice con un pequeño orificio, que sirve para expeler el exceso de secreción. Esta es blanda y untuosa cuando reciente, pero después se va secando gradualmente, constituyendo una masa friable, de color pardo oscuro. Los animales son cazados con perros ó cogidos con lazo, llegando á 50.000 el número de los cazados anualmente en la Siberia, de los cuales sólo unos 9.000 son machos. Según Scherzer, se calcula la exportación anual de almizcle chino por Cantón en 1.200 caddies (de 1,33 libras inglesas). Dado el alto precio que posee el almizcle, no es extraño que se falsifique con frecuencia, y en China se suele hacer esto para exportarlo, abriendo con cuidado las bolsas, extrayendo una porción de su contenido, que se sustituye por sangre seca ú otras sustancias de aspecto análogo al del almizcle, y después se cosen de nuevo las junturas, disimulándolas cuanto es posible. Modernamente se han introducido también en el comercio otras clases de bolsas de almizcle, que tienen un valor muy inferior al de las legítimas, como son el almizcle de Assam, el de Yunam y el de Taupi.

Otra secreción animal, de olor extraordinariamente intenso, es el civeto, que se extrae de la civeta ó gato de Algalia (*Viverra zibetha*), cuyo animal la contiene en dos bolsas especiales situadas en la proximidad del ano. En estado fresco, es el civeto una masa blanca, untuosa, que después se torna amarilla, y, finalmente, parda oscura. Con objeto de extraer este producto, que es considerado como un gran remedio medicinal en toda el Asia meridional y el Africa oriental, se encierra en jaulas á dichos animales, tanto los machos como las hembras, pues ambos sexos segregan el expresado producto.

El civeto circula generalmente en Europa dentro de cuernos de búfalo, y su olor, así como el del almizcle, es estimado particularmente en Francia, usándose, sin embargo, sólo en pequeñas cantidades, adicionado en disolución alcohólica á otros perfumes. Menos usado que los anteriores es el ambra, sustancia de aspecto graso, que es considerada como una concreción intestinal del cachalote, y que suele encontrarse flotante en los mares habitados por este cetáceo.

EL ALUMBRADO

PARTICULARMENTE EL ALUMBRADO DE GAS

É INDUSTRIAS ANEXAS

Luz artificial.—Nuestros medios de alumbrado, ¿son los más baratos?—Fotometría.—Métodos de Rumford, Ritchie, Bunsen.—Las lámparas.—Tubos ó cilindros de vidrio. La mecha.—Lámparas antiguas, hasta nuestra lámpara reguladora.—Lámparas de petróleo.—Alumbrado de gas.—Su historia.—Murdoch, Le Bon, Winzer, Henfrey.—El gas del alumbrado y su preparación.—Primeras materias.—Su destilación.—Hornos y retortas.—Productos de la destilación.—Purificación del gas.—Gasómetros.—Tuberías.—Contadores.—Mecheros.—Aparato de Hirzel.—Alumbrado eléctrico.—Alquitrán y productos de su destilación.—Hidrocarburos.—Aceites ligeros y aceites pesados.—Acido salicílico.—Bencina.—Parafina.

La noche es enemiga del hombre. La vegetación, la alegría, el calor, la libertad, sólo prosperan á la luz del sol. El sentido de la vista, el más noble y provechoso de todos, es la causa de la mayor parte de nuestras ideas

y conocimientos; de tal modo, que en todos los idiomas se designa con una misma palabra el fenómeno físico de la claridad y la representación de conceptos bien precisos y determinados en nuestro espíritu. El día representa la actividad creadora; la noche la destrucción y la muerte.

Pero dejaremos á un lado los encomios poéticos para hablar el lenguaje de los números y establecer las relaciones naturales entre la claridad y la oscuridad. En el terreno de la moralidad podemos decir qué desde la introducción del alumbrado público aumentó la seguridad personal en proporción al número de las luces.

El problema de hallar focos de luz artificial con los que quiera restringirse la diferencia que separa la noche del día, es, pues, desde distintos puntos de vista, uno de los más importantes de la ciencia y de la industria.

Los medios de que disponemos para producir luz artificial son sensiblemente los mismos por cuya virtud podemos engendrar el calor; en la mayor parte de los casos no son esos medios otros que las combustiones enérgicas, acompañadas del desprendimiento de luz y de calor. Esto no quiere decir que sean los indicados los únicos medios posibles, y así lo demuestra la luz eléctrica, siendo muy probable que la industria del porvenir consiga transformar directamente en luz, de un modo mucho más económico que actualmente, cualquiera de las formas de energía, calor, electricidad, fuerza mecánica, etc. Al considerar el caso contrario y observar el escaso efecto que se obtiene por la transformación de los rayos luminosos en fuerza mecánica, por ejemplo, se concibe la posibilidad de poder alcanzar efectos luminosos importantes con un gasto relativamente pequeño de aquélla. La incandescencia de los gases, muy enrarecidos en los llamados tubos de Geisler, parece ofrecer una prueba de ello. Pero como semejantes lucubraciones distan todavía mucho de estar en sazón práctica, consagraremos nuestra atención al estudio de las sustancias y procedimientos que se han puesto generalmente en uso para el exclusivo fin de engendrar luz.

Prescindiendo de la luz eléctrica, todos nuestros medios de iluminación se reducen á la llama, es decir, á la combustión, de cuya naturaleza nos hemos ocupado ya en el tomo IV de esta obra, y precisamente dimos allí á dicho estudio la extensión necesaria para no tener que insistir de nuevo sobre él. Pero además conviene para nuestro objeto actual conocer con algún detalle los métodos según los cuales se puede medir la cantidad de luz, así como las relaciones que existen entre los diferentes combustibles por su valor iluminante.

FOTOMETRÍA

La fotometría es el arte de medir las intensidades luminosas, y se apoya en general sobre métodos muy sutiles, cuya aplicación se debe á la física práctica, y en virtud de las cuales ésta ha prestado á la astronomía servicios de valor inestimable. Pero al presente tenemos que abstenernos de hablar de aquellos ingeniosísimos métodos y aparatos, no pudiendo aquí elevar nuestras miradas á las eternas luminarias que brillan sobre la esfera celeste; nuestro objeto está limitado á los manantiales de luz que poseemos en los aceites, grasas, el gas y otros combustibles.

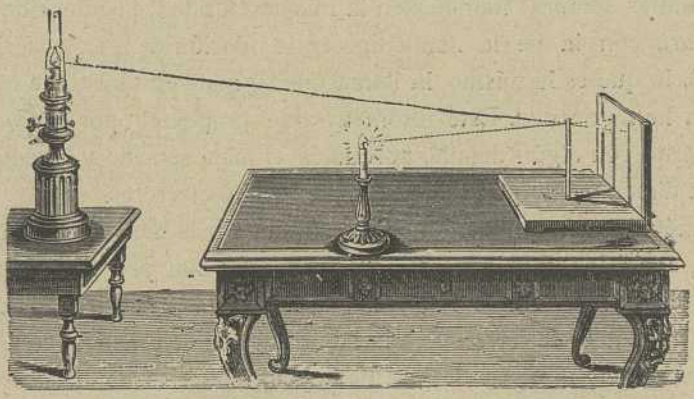


FIG. 206.—Método de Rumford para la comparación de las intensidades luminosas.

Según ya hemos dado á conocer en el tomo II, para determinar la capacidad luminosa de un foco emisivo, el medio más sencillo consiste en adoptar como término de comparacion otra luz de intensidad constante. Esta luz normal ó tipo puede ser una bujía de cera ó una lámpara de aceite, sin más condición que la permanencia de su intensidad luminosa; y, por otra parte, los valores así obtenidos no tienen significación absoluta alguna, sino sólo relativa al tipo adoptado.

Ahora bien; si se quiere comparar una llama cualquiera con otra cuya intensidad luminosa se tome como 100, puede procederse del modo siguiente: se colocan ambas luces, una al lado de la otra, á una distancia de unos 30 centímetros entre sí, y de manera que las dos llamas se hallen á la misma altura, conforme indica la fig. 206. A un lado de ambas, y á la distancia de unos 60 centímetros, se coloca un lienzo ó pantalla blanca, sobre la cual se proyecte la sombra de una varilla (que puede ser, por ejemplo, un lapicero), situada entre las llamas y la pantalla á una distancia de seis ú ocho centíme-

tros de la última. Esta varilla proyecta dos sombras, cada una de las cuales está iluminada por la luz, que no interviene en su formación. Se comprende, por tanto, que la sombra proyectada por la luz más viva ha de ser más oscura que la proyectada por la otra llama menos brillante. Dejando fija la llama normal, hay, pues, que aproximar ó alejar de la pantalla la otra llama, según que la sombra proyectada por esta última sea más clara ó más oscura que la producida por la primera, y hasta tanto que ambas ofrezcan el mismo grado de oscuridad, ó, mejor, de claridad. En este caso envían ambas á la pantalla cantidades iguales de luz; y como la intensidad de ésta decrece según el cuadrado de las distancias, es fácil calcular las intensidades relativas de las dos luces, partiendo de las distancias que las separan de dicha pantalla. Supongamos que la luz normal se hallara á una distancia de 60 centímetros, y que la otra llama se haya tenido que aproximar hasta la distancia de 40 centímetros para que ambas sombras manifiesten la misma claridad; la intensidad de esta última estará con la de la llama tipo en la relación de 40×40 á 60×60, ó sea 4: 9; ó, lo que es lo mismo, la llama que se mide emitirá $^4/_9$ de la luz emitida por la llama normal. Este fotómetro fué propuesto por Rumford, y lo hemos descrito con algún detalle, porque es el más sencillo y puede ponerse en práctica directamente por cualquiera de nuestros lectores.

Otros métodos ofrecen ciertamente resultados más delicados, pero exigen, en cambio, condiciones más difíciles de realizar, y son por esto más propios para establecimientos donde la investigación de las intensidades luminosas ejerza una influencia decisiva sobre la labor que allí se practica, como sucede, por ejemplo, en las fábricas de gas, de bujías, refinerías de aceites y petróleos, etc.

Existe un gran número de aparatos ideados con el mismo objeto. El fotómetro de Ritchie se funda en el mismo principio de la comparación de distancias, pero se distingue del de Rumford en que no se trata de iluminar una superficie oscurecida ó en sombra, sino que para la comparación se atiende directamente al brillo de las llamas mismas. Las llamas se hallan á ambos lados del observador, que compara sus imágenes formadas por reflexión en las dos caras de un prisma, cuyas dos imágenes resultan muy próximas entre sí, lo cual facilita la comparación de su brillo relativo. Aproximando ó alejando una de las llamas, puede alcanzarse una completa igualdad en las intensidades de ambas imágenes, y entonces se calcula en la forma antedicha la intensidad relativa de las luces mismas, por medio de las distancias á que se hallan del prisma.

El fotómetro de Bunsen es todavía mucho más perfecto que los dos aparatos anteriores. En él se comparan las llamas por medio de una pantalla de papel interpuesta entre ambas, é impregnada en parte con unas gotas de aceite. La parte del papel engrasada deja pasar la luz á su través, mientras que la

parte seca la refleja, y si la iluminación que la pantalla recibe por ambos lados es desigual, se establece una limitación bien perceptible entre las dos partes por la distinta claridad que presentan. Si, por el contrario, la cantidad de luz recibida por la pantalla de cada uno de los focos luminosos es una misma, dicha pantalla envía también al observador igual cantidad de luz, bien por reflexión, bien por transmisión, no siendo posible distinguir la porción exgrasada de la porción seca. La distancia de la pantalla á las dos llamas es también aquí el medio por el que se calcula la intensidad luminosa de ambas, y puede adoptarse fácilmente una disposición tal que, estando fijas las dos luces, la pantalla se mueva entre ellas sobre una escala dividida, y en cuyas divisiones se consigue ya directamente la intensidad relativa del foco de luz, que se mide con relación al que se toma como unidad. Entre otras luces, se ha medido también la de la Luna, en relación siempre con la unidad práctica adoptada, y en estos últimos años ha hecho con tal objeto sir William Thomson experiencias que inspiran gran confianza. Según ellas, la luz de la Luna llena equivaldría á la de 27 billones de bujías normales, distribuídas uniformemente por todo el hemisferio del expresado astro. Ampliando este cálculo, se ha determinado que para colocar todas estas bujías en dicho hemisferio lunar, tendrían que estar tan apretadas entre sí como lo están las cerillas en una caja ordinaria de éstas.

RELACIÓN ENTRE LOS DIVERSOS COMBUSTIBLES CON RESPECTO AL PODER LUMINOSO DE SU LLAMA

El coste del alumbrado depende de la cantidad de luz que puede engendrar por su combustión cierta cantidad del material que se emplee, así como también del precio que éste tenga.

Así, por ejemplo, dando el valor 100 al poder luminoso de la cera, el de las bujías de estearina y de sebo se ha encontrado igual á 95, de donde resulta que el coste relativo del alumbrado difiere poco, en cada caso, del de la sustancia respectiva. No hay para qué decir que influye también considerablemente en esta cuestión la forma de las lámparas ó mecheros, y el que la combustión de la materia líquida ó gaseosa sea más ó menos completa; y bien claro se desprende esto de algunas de las cifras consignadas en el inmediato cuadro.

En efecto; resulta de experiencias realizadas á este propósito, que para obtener cierto efecto de iluminación, como, por ejemplo, mantener durante determinado tiempo en un local dado la claridad que produce un kilogramo de aceite de olivas puro quemado en una buena lámpara reguladora, se nece-

sitan las cantidades siguientes de los combustibles indicados, quemados cada uno en la forma y en los aparatos respectivos y más favorables:

	KILOGRAMOS
Petróleo bien refinado	1,15
Aceite puro de colza en una lámpara reguladora	1,25
Idem íd. íd. en una lámpara de estudio sin tubo y con mecha plana	1,95
Idem íd. íd. en una lámpara ordinaria de cocina	3,62
Gasolina	1,51
Parafina	1,61
Esperma de ballena	1,85
Cera	2, »
Sebo	2,02
Ácido esteárico	3,28

Estos números hay que multiplicarlos por los precios de los materiales respectivos para obtener la escala relativa del coste del alumbrado en cada caso. A primera vista se descubre ya que los combustibles líquidos ofrecen una luz mucho más barata que los sólidos, y si incluyéramos en la tabla anterior el valor correspondiente al gas del alumbrado, veríamos que el coste era todavía muy inferior al de éste.

Ya hemos tratado en un capítulo anterior de los materiales de iluminación pertenecientes al grupo de las grasas, fijándonos en la forma de su empleo y fabricación de las bujías á propósito de las grasas sólidas. Con respecto á las líquidas, nos falta estudiar todavía los aparatos en que se produce la combustión, ó sea las lámparas; asunto que ofrece interés tanto mayor cuanto que modernamente se ha dado á dichos aparatos una disposición más racional para el fin á que están destinados, realizándose en este terreno progresos muy superiores á los verificados en un período larguísimo de tiempo.

LAS LÁMPARAS

Las que en el siglo pasado constituían un mueble indispensable en cada casa, sólo se distinguen de las extraídas en las ruinas de Pompeya, en que éstas tenían, por lo regular, formas mucho más artísticas que aquéllas; pero esencialmente estaban reducidas á la primitiva vasija, sin que se pudiera concebir mayor sencillez en su estructura, idéntica á la empleada por los habitantes de las regiones polares, y que en nada revelaba un estado superior de cultura.

En el sentido más amplio, el nombre de lámpara no es sólo aplicable á los aparatos en que quemamos ciertas sustancias para utilizar la luz de su llama, sino también á otros varios en que el desarrollo de luz obedece á

otra causa cualquiera, como las lámparas eléctricas, y aun á los aparatos en los que se produce una combustión destinada más bien al desarrollo de calor que de luz, llamados en particular lámparas caloríficas. Los últimos entran también en la esfera de nuestro estudio, por cuanto en su construcción se parte generalmente de los mismos puntos de vista que en la de las lámparas luminosas.

En la construcción de una lámpara hay que tener en cuenta, sobre todo, cuál sea el material que haya de quemarse en ella, para utilizar en el más alto grado posible la luz ó el calor desarrollados por la combustión. Algunas de las sustancias empleadas con estos fines son tan fácilmente inflamables, que arden por completo, sea cualquiera su cantidad, y se mantienen por sí solas en combustión. Pero en virtud de su gran volatilidad y del calor, más que suficiente para ello, desarrollado por la propia combustión, vienen á quemarse cantidades demasiado crecidas, para las cuales no puede suministrarse con bastante rapidez el oxígeno necesario. En este caso se hace, pues, preciso graduar la combustión por medio de mecanismos especiales, aumentando el acceso de aire hasta que penetre en la proporción conveniente. De este género de sustancias es la esencia de trementina. Por el contrario, otras, como el aceite de colza, no arden con tanta facilidad, exigiéndose una acumulación de calor considerable para que se pueda transformar continuamente en gas la cantidad necesaria de combustible.

La teoría de la combustión, y con ella la explicación de la naturaleza de la llama, procede de fines del siglo pasado; pero hasta el actual no se ha conseguido sacar gran provecho de esa teoría, mediante la aplicación de una serie de principios científicos relacionados con las causas de su poder luminoso; y no sólo porque en éste es cuando se estableció sobre bases sólidas el sistema de alumbrado por gas, sino también por la resolución de gran número de otros problemas interesantes para el objeto.

Se ha reconocido, por ejemplo, que la causa de que algunas llamas brillen con gran claridad y otras con muy escasa, había que buscarla en la cantidad de partículas sólidas puestas en incandescencia en las capas interiores de la llama antes de ponerse en contacto con el oxígeno y entrar, por tanto, en combustión. Todos los gases combustibles incapaces de desprender semejantes partículas sólidas, dan llamas oscuras ó muy poco brillantes. Por el contrario, los gases que por efecto de una descomposición anterior á la combustión propiamente dicha sueltan mayor cantidad de dichas partículas sólidas, de la que puede quemarse en la cubierta externa de la llama, brillan, aunque su brillo resulte perjudicado por semejante exceso, puesto que el oxígeno del aire que rodea á la llama no basta para llevar á término la combustión en la medida en que se le ofrece el combustible, y el calor desarrollado no es tampoco bastante grande para poner en viva incandescencia á todos aquellos corpúsculos;

una parte de éstos permanece, pues, oscura en la llama, y su oscuridad es un obstáculo para el brillo de ésta. La producción de humo que suele acompañar á las llamas de un color amarillo rojizo es un ejemplo que confirma lo antedicho, pues el humo no es otra cosa que carbono sin quemar. Recíprocamente puede un gas hidrocarbonado arder con tal rapidez, que no tenga tiempo de producirse la separación dicha de partículas sólidas, sino que el carbono se combine completamente con el oxígeno, sin entrar previamente en incandescencia. Estas llamas (como la del óxido de carbono) no brillan. Conviene, pues, un término medio, y que el calor desarrollado por la combustión sea proporcionado á la cantidad de carbono libre, de modo que pueda éste adquirir una viva incandescencia y quemarse después por completo.

Ambos extremos pueden considerarse personificados en las llamas de hidrógeno y de esencia de trementina respectivamente. El gas hidrógeno no puede sufrir descomposición alguna, ni desprender, por tanto, partículas sólidas; así, aunque desarrolla por su combustión una extraordinaria cantidad de calor, apenas es visible su llama. La esencia de trementina, por el contrario, vaporizándose con demasiada rapidez, puede descomponerse en sus elementos; pero no puede absorber bastante oxígeno del aire para oxidar por completo su excesiva riqueza en carbono; una gran parte de éste desaparece, pues, como tal, en forma de humo, y la llama se oscurece, no dando, ni con mucho, la cantidad de luz que podría dar si el acceso de oxígeno fuera suficiente para quemar todo su carbono. Esto nos enseña que la facilidad mediante la que un cuerpo se reduce al estado gaseoso por la acción del calor, puede ejercer gran influencia sobre su poder lumínico; circunstancia que deberá tenerse muy en cuenta, juntamente con la composición química, para la explicación de los fenómenos de la llama.

La llama del alcohol es también poco luminosa, á pesar de su poder calorífico, que es muy suficiente para lo contrario; puede, sin embargo, comunicársele más brillo, haciendo que con el alcohol se queme una sustancia capaz de desarrollar gases que contengan exceso de carbono, ó de otro cuerpo sólido susceptible de aislarse en el seno de la llama, y cuyas partículas incandescentes puedan dar á ésta el poder emisivo de que carecía. Ya hemos visto que la esencia de trementina puede llenar este papel; todos los aceites etéreos se conducen de un modo análogo, y de aquí que una mezcla, en proporciones adecuadas, de alcohol y un aceite esencial puro, dé una llama brillante, cuya intensidad luminosa puede graduarse, hasta cierto punto, por la cantidad del aceite que se hace llegar al foco mismo de la combustión.

Este hecho ha sido explotado en la práctica, de modo que una multitud de materiales líquidos para el alumbrado, presentados en el comercio con los nombres más diversos, como *canfina*, *éter gaseoso*, *gas líquido*, etc., etc., no eran otra cosa que mezclas de alcohol y trementina, y no diferían entre sí más

que en la proporción variable de los componentes, y á veces ni siquiera en esto, y si sólo en los nombres que se les daba. La esencia de trementina se escogió para este objeto por su baratura; lo mismo hubiera podido emplearse la esencia de rosa ó de limón en cuanto al efecto producido, pues éste consistía sencillamente en complementarse las propiedades de dos sustancias, impropias cada una, por separado, para el objeto, y cuya mezcla era utilizable en condiciones adecuadas. En el alumbrado por el gas se ha echado mano muchas veces de este mismo recurso, corrigiendo gases muy ricos en carbono por medio de otros ricos en hidrógeno, y viceversa, según veremos más adelante.

En cuanto á las lámparas, bien se destinen á dar calor ó á producir luz, importa siempre que la combustión del material empleado pueda aprovecharse en todo su efecto útil. Para ello entran en juego los factores siguientes: Primero: acceso del combustible al foco de combustión; segundo: magnitud de este foco, ó sea extensión de la llama; tercero: acceso del oxígeno del aire. Las condiciones necesarias en relación con estos factores, para obtener una buena lámpara, pueden expresarse así: graduación del acceso de combustible á la llama, de modo que continuamente llegue á ella con uniformidad la cantidad suficiente; graduación de la llama, de manera que el calor desarrollado en su seno pueda llevar al rojo blanco más vivo las partículas sólidas desprendidas del combustible antes de la combustión; y, finalmente, graduación del acceso del aire, pues el exceso de él es tan perjudicial como el defecto. El medio más cómodo, y empleado en la mayor parte de los casos para satisfacer las dos primeras condiciones, es la mecha. Dando á ésta una configuración especial (mecheros circulares), se puede todavía producir un acrecentamiento en la cantidad de aire suministrada á la llama; pero para satisfacer esta tercera circunstancia presta apoyo, más generalmente, el tubo, cuya manera de actuar coincide por completo con la de la chimenea de cualquier foco de combustión.

La *mecha* ha sido ya objeto de nuestra atención al tratar de las bujías; pero en las lámparas se presenta con una diversidad de formas mucho mayor, pues no se trata ya simplemente de un haz de hilos torcido, sino, según los fines especiales en cada caso, de cintas tejidas, de una anchura mayor ó menor, ó bien de tubos cilíndricos, por cuyo hueco interior tiene lugar también el acceso de aire á la llama.

Ésta será tanto mayor, cuanto más sobresalga la mecha del líquido combustible, para graduar lo cual se suele hacer uso de un aparato muy sencillo, que consiste en un tubito de metal, por el que atraviesa la mecha y en cuyo interior no puede producirse la combustión; de modo que cuando se quiere rebajar la llama no hay más que disminuir la porción sobresaliente de la mecha, bien cortándola, bien introduciéndola dentro del aparato. Y esto es

tan común en la práctica, que lo saben hasta los chicos. En las lámparas perfeccionadas hay un pequeño mecanismo, con una ruedecita dentada y una cremallera, para producir el movimiento de ascenso ó descenso de la mecha.

Hay también lámparas sin mecha, en las que se produce la aspiración de la cantidad necesaria de aceite, generalmente, por medio de un tubito delgado de metal ó de vidrio. En rigor podría llamarse á estos tubitos mechas metálicas ó de vidrio, pues lo que determina el funcionamiento de la mecha no es el algodón ó materia de que está hecha, sino la cualidad de hacer subir el líquido por capilaridad, hasta el foco de combustión. La fig. 207 representa una de estas llamadas lámparas sin mecha. A primera vista se descubre que se trata sencillamente de una de esas lamparillas nocturnas comunes, dispuestas en la forma siguiente. El aceite se halla en una vasija de vidrio, por lo común encima de una capa de agua. Sobre el aceite flota una especie de barquilla de latón, con el fondo agujereado y provisto de un corcho, por el que atraviesa un tubito de vidrio de muy pequeño diámetro interior. El tubito entra á frotamiento en el corcho y se introduce hasta que su abertura interna queda exactamente al nivel de la superficie libre del líquido, con lo cual el aceite no se derrama, y sí sólo llena el hueco producido por la combustión en virtud de la presión hidrostática. Basta aproximar una llama para iniciar la combustión, que se sostiene por sí sola con una llamita blanquecina, pues desarrolla bastante calor para llevar al estado gaseoso la cantidad de combustible necesaria á su sostenimiento.

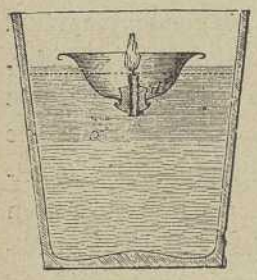


FIG. 207.
Lámpara sin mecha.

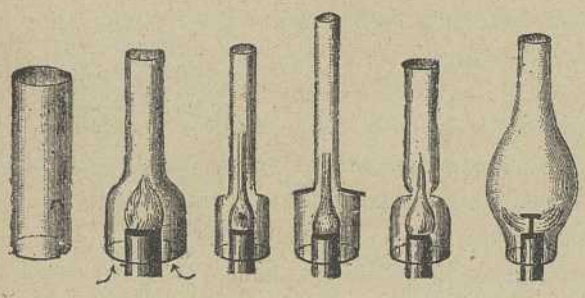
También puede conseguirse el mismo objeto en otra forma por medio de un depósito cerrado de aceite, del cual sale por la parte inferior un tubo encorvado con una punta muy fina, en la que se inflama; la salida se gradúa por medio de una llave.

En las lámparas ordinarias se gradúa la llama por el aumento ó la reducción de la superficie de combustión en la mecha; pero no se gradúa el acceso del combustible, ó se hace de un modo muy defectuoso, pues si bien de tiempo en tiempo se restablece el mismo nivel en el depósito por la adición de combustible, ningún medio se emplea para mantener entretanto constante la aspiración de líquido, á pesar de los cambios de nivel. Existen, sin embargo, en las lámparas más perfeccionadas algunas disposiciones que satisfacen á este fin por diversos modos. Se fundan, bien en las leyes de los vasos comunicantes, en los que la altura del líquido es siempre una misma, bien en el empleo de bombas. En los primeros está el depósito de combustible á la misma altura de la llama; en los segundos puede estar por debajo. Ambos medios tienden á conseguir que el nivel del combustible permanezca siempre á una

misma distancia por debajo de la llama. Omitiremos por ahora la descripción de estos mecanismos, algunos muy ingeniosos, pues pronto tendremos ocasión de conocerlos en todos sus detalles al pasar revista á los principales sistemas de lámparas, y consagraremos algunas palabras al tercer factor regulador de la lámpara, ó sea el tubo, la primera idea de cuyo empleo debió partir, en 1756, del farmacéutico parisién *Quinquet*, de donde proviene el nombre *quinqué* que damos á las lámparas de tubo ó chimenea. La forma más sencilla de esta parte integrante de toda lámpara es, como indica el nombre, la de un cilindro hueco de vidrio, abierto por ambos extremos, en cuyo interior arde la llama, que no sólo se halla protegida por sus paredes transparentes contra la influencia perjudicial del viento, sino que como el aire caliente sólo puede salir del tubo por la parte superior, se origina una corriente enérgica, que pone en contacto con los gases combustibles de la llama una cantidad de oxígeno mucho mayor que en las circunstancias normales. Pero en este sentido, aunque la forma cilíndrica es ya muy ventajosa, puede obtenerse un efecto más útil todavía modificando dicha forma de tal modo que todo el aire que atraviese el tubo venga á ponerse en contacto con la llama. Se consigue este objeto estrechando el tubo á la altura de la llama, lo cual, unido á un ensanchamiento de la parte inferior, ha ido tomando caracteres cada vez más pronunciados, conduciendo finalmente á la forma de la fig. 210, en que tiene el aspecto de una estrangulación bastante profunda. El lampistero de Wiesbaden, Benkler, inventor de estos tubos estrangulados, construyó en un principio separadamente las dos partes, una más ancha y otra más estrecha, de que había de formarse el tubo, uniéndolas por una armadura metálica en el punto donde se producía la estrechura, conforme muestra la fig. 209; pero por este sistema, muy favorable á la combustión y desarrollo de la luz en la llama, sucedía que los tubos se rompían con mucha frecuencia, por efecto de la diferencia de conductibilidad del metal y el vidrio, revelándose así la gran utilidad de un tubo estrangulado, pero todo de vidrio, como el de la fig. 210, que, contra lo que se temía, era mucho menos frágil que el anterior, aunque la estrangulación se hallara más próxima á la llama. Los tubos de las figuras 208 á 213 se destinan á mecheros circulares, en los que el aire penetra tanto por fuera de la llama como por dentro de ésta para alimentarla. El tubo sencillamente cilíndrico de la figura 208 puede aplicarse también al caso de una mecha plana. Como es natural, el diámetro del tubo se relaciona íntimamente con las dimensiones de la llama y la amplitud del orificio interior de la mecha, de lo cual es fácil convencerse haciendo cambiar con un mismo tubo la cantidad de aire que penetra por el interior de la mecha, interceptando en parte el orificio inferior.

El problema de la industria lampistera consiste en combinar del modo más favorable los tres factores que influyen en el poder luminoso de la llama; sin embargo, en muchos casos, y particularmente cuando se emplean los tubos

estrangulados, cualquiera puede conseguir por sí mismo la graduación deseada. La influencia de la estrangulación del tubo sobre el tiro varía mucho, principalmente según que dicha estrangulación se encuentre á la altura de la llama ó sobre ésta. Cuando está demasiado alta, es un obstáculo para el acceso del aire, como, en general, sucede con los tubos muy estrechos; cuando, por el contrario, se halla á la misma altura de la llama, obliga al aire que penetra en su interior á mezclarse íntimamente con ella, y aumentando así la combustión, y por tanto el calor desarrollado, refuerza también considerablemente el tiro. La práctica enseñará en cada caso la altura á que debe estar la estrangulación para producir el máximo desarrollo de luz. Por lo demás, modernamente se ha añadido á las lámparas un sencillo mecanismo que permite, sin dificultad alguna, regularizar el acceso de aire por la parte interior de la llama, prestando con esto un gran servicio al alumbrado.



FIGURAS 208 á 213.—Diversas formas de tubos para lámparas.

La forma característica de los tubos comunes de quinqué (fig. 211) parece hallarse en plena contradicción con los principios en que se funda la construcción de los tubos estrangulados. En realidad, aquéllos distarían mucho de proporcionar el máximo efecto luminoso con una llama de aceite; pero la cuestión varía por completo cuando se trata de la canfina ó gasolina. En efecto; esta sustancia es tan volátil y combustible, que arde á una temperatura relativamente baja, y, por otra parte, exige una gran cantidad de oxígeno para oxidarse, por contener una proporción muy elevada de carbono. De aquí que sea necesaria siempre la producción de una gran llama, que no podría alimentarse suficientemente de aire con un tubo estrangulado. Hay, pues, que procurar dar á la llama una gran superficie de contacto con el oxígeno que penetra por el interior de la mecha, y esto se consigue en las lámparas de canfina colocando encima del mechero circular un pequeño disco metálico horizontal, que deprime y ensancha la llama, haciendo que la bañe en todas sus partes el aire procedente del interior de dicho mechero. Con esto se obtiene una gran superficie luminosa, cuya radiante blancura le ha proporcionado muchos partidarios, por más que su aplicación se halle actualmente muy limitada, por efecto del alto precio de la canfina, sobre todo en comparación con la baratura del petróleo, importado en cantidades fabulosas.

Las Lámparas de petróleo, y este mismo, procedieron de América y tie-

nen también un tubo ensanchado en su parte inferior, si bien la disposición de su mecha fué en un principio diferente de la de las lámparas de canfina, pues en vez de ser circulares, eran planas ó arqueadas. La llama pequeña por sí misma se extendía á lo largo y á lo ancho por la influencia de una armadura metálica que actuaba como un tubo estrangulado, presentando así una gran superficie á la acción del oxígeno. Actualmente se usan también mecheros circulares en las buenas lámparas de petróleo, y por lo tanto, tubos estrangulados.

CONSTRUCCIÓN DE LAS LÁMPARAS

Por más que nuestro objeto sea sólo dar una idea general acerca de las diversas construcciones de lámparas, comenzaremos por las formas más antiguas, siquiera no más que con el intento de dar á conocer sus rasgos más fundamentales y primitivos. La lámpara primitiva está perfectamente representada en nuestros candiles usuales de cocina. Consistía en una vasija de poca altura, en forma de copa y con un pico saliente, provista de una tapadera y de un asa para cogerla; dentro de la vasija se ponía aceite, y el pico servía de apoyo á la mecha. El material de que se construían estas lámparas era el bronce ó el barro, y en algunas excavaciones se han encontrado numerosos ejemplares, en los que había que admirar una forma graciosísima y un decorado sumamente artístico y rico en pinturas, relieves, etc., mientras que nuestra época, poseedora de abundantísimos elementos, tanto artísticos como técnicos, no encuentra necesario dar un aspecto exterior agradable á este utensilio de uso continuo, y, por tanto, expuesto á nuestra diaria observación. Una ley que prohibiera la construcción de objetos tan poco estéticos como el representado, por ejemplo, en la fig. 215, sería, sin duda, muy previsora; pues es muy cierto que las pequeñas impresiones que rodean diariamente nuestra vida consiguen, mediante su repetición incesante, efectos de educación sobre el sentido íntimo del hombre, que no es posible alcanzar generalmente por impulsos aislados y por poderosos que sean.

FIG. 214.—Lámpara antigua.

No hay para qué decir que estas sencillas lámparas recibían algunas modificaciones de pormenor, según los usos á que se destinaban; las hay con un pie más ó menos alto, con una canal para la torcida, más ó menos larga; otras que, en lugar de tener asa, estaban dispuestas para colgarlas de las paredes, etc.; pero todas estas modificaciones no afectaron esencialmente á la

forma primitiva de la lámpara, á no ser que se quiera considerar, comoformando época, la introducción, en los mismos candiles, de ruedas y varillas dentadas para regular la llama.

El primer progreso verdadero en este terreno fué la construcción de las lámparas con depósito, como la representada en la fig. 216. Vemos efectivamente en ésta, no sólo un mecanismo regulador de la llama, sino, sobre todo, una mecha plana, ancha, tejida, en sustitución de la simple madeja de algodón del candil primitivo, y, por último, vemos también un tubo destinado á producir una corriente de aire constante, y para dulcificar la acción directa de la luz de esta llama así ensanchada, una bomba ó pantalla, que se construía de vidrio opaco para las lámparas mejores, llamadas lámparas de estudio (de feliz memoria por cierto), pero que generalmente eran de cartón verde. El depósito de aceite, *A*, se halla en comunicación con el mechero por medio de un tubo inclinado, *f*, situado á tal altura que, cuando está lleno por completo, el aceite llega exactamente hasta el extremo superior del mechero. Semejante disposición tiene la desventaja de que, al descender el nivel en el depósito, disminuye también la altura hasta la cual se halla impregnada la mecha de aceite, y la llama recibe, por consiguiente, menos cantidad de éste. Son por esto preferibles las lámparas de nivel constante, inventadas hace unos treinta años, y en las que se evita aquel defecto por medio de una construcción muy ingeniosa.

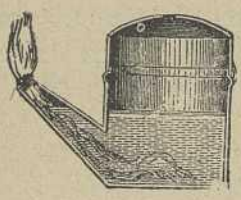


FIG. 215.—Candil de cocina.

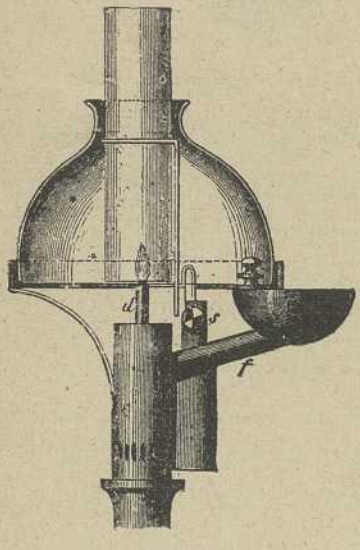


FIG. 216.
Lámpara con depósito y mecha plana.

En efecto: el depósito de estas lámparas consiste en dos vasijas, envuelta la una por la otra. La exterior, *e*, es un cilindro hueco, abierto por la parte superior y en comunicación con el mechero por medio del tubo *n*. La interior, *f*, es un frasco invertido, cerrado por completo en la parte superior, y también por la parte inferior estrecha, *k*, pero aquí mediante una válvula que se abre hacia dentro. Este frasco es el verdadero depósito de aceite, y de él fluye el líquido al depósito exterior, así que la varilla á que va unida la válvula del primero se apoya en el fondo del último. El aceite se reune en la parte inferior del frasco exterior, *e*, y fluye desde aquí al mechero, *g*, cuyo extremo superior se halla un poco por encima del orificio inferior del frasco, *f*, á través del tubo, *n*. En virtud de las leyes de los vasos comunicantes, el líquido se eleva á

igual altura en el mechero y en el depósito, *e;* y cuando esta altura alcanza el nivel de la boca, *k*, del frasco interior, queda éste cerrado y no sale más líquido, por no poder llegar á ocupar su capacidad, *f*, el aire que penetra entre ambos frascos por el orificio *i*. Pero así que la combustión del aceite en el mechero determina un descenso en su nivel y queda al descubierto la boca *k*, se introduce el aire por ésta y sale el líquido hasta obstruir de nuevo dicha boca y restablecer el nivel anterior. De semejante manera este nivel se conserva próximamente constante en tanto que hay aceite en la vasija interna, ó depósito propiamente dicho. La mecha se apoya sobre un anillo, que puede hacerse subir ó bajar mediante una varilla dentada y una ruedecita que engrana con ella. Tanto la mecha como el mechero son huecos, y por su interior penetra el aire que contribuye á alimentar la llama. La invención de estas lámparas de nivel constante, así como la de las mechas circulares huecas, se debe á Argand, quien dió á conocer ambas ideas en 1786, prestando con ello un servicio de gran importancia al arte del alumbrado. Debajo del mechero circular suele existir un pequeño depósito atornillado, que tiene por objeto recoger el aceite que se derrama en la parte superior por la mecha; pero como este depósito no debe impedir la entrada á la parte interior de aquélla, lleva en su parte superior unos pequeños orificios, y debe vaciarse de vez en cuando, antes de que éstos queden cerrados por el aceite reunido en el mismo. El tubo, estrechado en su parte superior, se apoya por debajo en una armadura anular, que á su vez encaja á frotamiento contra el mechero y puede correr á lo largo de éste. La lámpara toda es sostenida por un pie con una columna, á lo largo de la cual puede correr ó fijarse, mediante un tornillo de presión, una pieza hueca situada en la unión del mechero con el depósito, y que contiene al centro de gravedad del conjunto. El pie tiene mucho peso, así como la superficie bastante para dar al aparato la estabilidad necesaria, y la columna se halla provista en su parte superior de un anillo ó asa porla cual puede suspenderse. Además, rodea al tubo una pantalla de cristal opaco que se apoya sobre un soporte anular unido al tubo del mechero. En lugar de hacer movediza la mecha en la forma indicada, puede también hacerse avanzar el anillo á que va unida, enroscándolo sobre una tuerca labrada en el interior del mechero. Este sistema de movimiento fué inventado por Parker, y se emplea con frecuencia en las lámparas de nivel constante, que, modificadas también en otros pormenores, se suelen construir con

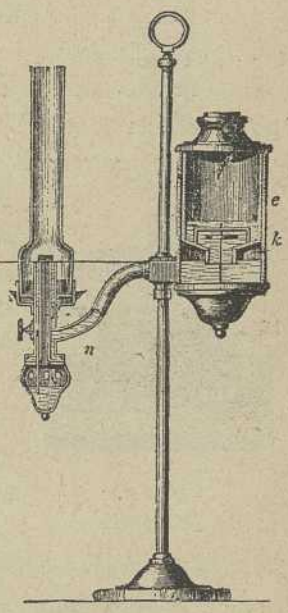


Fig. 217.—Lámpara de nivel constante. (Sección vertical.)

un mechero bastante estrecho y con un tubo estrangulado, produciendo una llama de gran poder luminoso, á pesar de sus pequeñas dimensiones, siendo muy estimadas por el público por sus excelentes resultados y su economía.

Pero á pesar de estas buenas cualidades, las lámparas de nivel constante, así como, en general, todas las de depósito lateral, ofrecen el gran inconveniente de que éste deja en sombra una parte del espacio que rodea al aparato; circunstancia que las hace impropias principalmente para su empleo sobre las mesas de familia, y que ha originado numerosas tentativas para su remedio.

Las llamadas lámparas de corona, ó sin sombra, tienen un depósito anular que rodea á la llama un poco por debajo de ella, con una forma tal, que la sombra proyectada resulta la menor posible; sirviendo al propio tiempo como apoyo para la bomba ó pantalla en forma de campana. El mechero está dispuesto exactamente del mismo modo que en las lámparas anteriormente descritas. Al grupo que éstas pertenecen también las llamadas lámparas de Berzelius, que tienen una disposición completamente idéntica en el depósito, como en el mechero; pero como su objeto no es producir luz, sino calor, el combustible es alcohol, en lugar de aceite. La rapidez de la combustión se halla favorecida por una chimenea cilíndrica, que no se construye de cristal, sino de latón, para que sea más duradera. La figura 218 representa una de las formas más comunes de esta lámpara, que desde el laboratorio de los químicos ha pasado á formar parte de la economía doméstica, y cuya construcción tiene, por consiguiente, gran interés científico y práctico. Pero, á pesar de su nombre, las lámparas sin sombra no pudieron impedir por completo las desagradables consecuencias de ésta, toda vez que su depósito, la causa del mal, seguía estando próximamente á la misma altura de la llama. El único medio de evitar la sombra por completo era poner debajo de la llama el depósito de aceite, y hacerlo llegar, por medio de una bomba, á la altura necesaria para la alimentación de aquella. En este sentido se han hecho tentativas muy ingeniosas, representando la fig. 219 uno de los mecanismos que por virtud de ellas se han ideado.

FIG 218.
Lámpara de Berzelius.

El cilindro hueco, *A*, con su pie ensanchado, sirve como depósito; de él parte un tubo ascendente delgado de latón, *b*, unido por su parte inferior al émbolo de una bomba aspirante impelente, *a a*, de tal modo que al moverse éste á lo largo del cilindro, pasa el aceite primero desde el depósito al espacio inferior del cuerpo de bomba y al hueco del émbolo mismo, atravesando una válvula que se abre en la pared inferior de éste, de fuera adentro; pero después, al descender el émbolo, el líquido comprimido abre otra válvula, que funciona también en igual sentido, penetrando en el tubo de

elevación hasta que, por último, fluye por el extremo superior de él, y llena el segundo cilindro, *B*, el cual está cerrado por la parte inferior, donde se apoya sobre el *A*, y abierto en el extremo superior, donde está provisto de un mechero con su correspondiente mecha. Para recoger el exceso de aceite que pueda fluir por el tubo elevador y derramarse en *B*, existe en la parte inferior de este cilindro una especie de platillo anular, que vierte de nuevo el líquido en *A*.

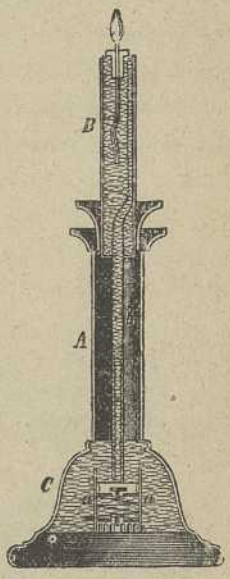


FIG. 219.
Modelo sencillo de lámpara con bomba elevadora.

Es evidente, sin embargo, que estas lámparas con bombas elevadoras no pueden satisfacer en la mayor parte de los casos, por muy sencillo y perfecto que sea el sistema de su mechero. Ante todo, para conseguir un poder lumínico considerable, habría que inventar un sistema de bombas con el que se consiguiera mayor regularidad en la alimentación del combustible de la que proporcionan las descritas anteriormente.

Cárcel resolvió este problema por el año 1800, construyendo las lámparas que llevan su nombre, y que coinciden con los demás sistemas de lámparas en todas sus partes, excepto en la particularidad de que el aceite es suministrado á la mecha de una manera continua y uniforme por medio de una bomba puesta en movimiento por un aparato de relojería, y que renunciamos á describir, toda vez que puede construirse de diferentes modos. Nos limitaremos, pues, á considerar la bomba, representada en corte transversal en la fig. 220, y que es la parte característica de la lámpara Cárcel, cuyo aparato ha disfrutado de gran aceptación por sus excelentes resultados. La bomba de la lámpara de Cárcel se halla dentro del pie de ésta, y en comunicación con el mecanismo de relojería por medio de la varilla, *a*, del émbolo; la velocidad del movimiento de éste se halla perfectamente regulada por la falta de aceite. El verdadero cuerpo de bomba se halla separado del resto del depósito de aceite por las paredes *A*, *B*, *C*, *D*, comunicando con él por medio de los orificios que se abren en las cámaras *III* y *IV*, provistas de las válvulas *v* y *b*, que se adaptan contra ellos por la parte interna. En la pared superior de este cuerpo de bomba se abre el tubo que conduce el combustible hasta el mechero. El cuerpo de bomba se halla dividido interiormente por tabiques, en cuatro departa-

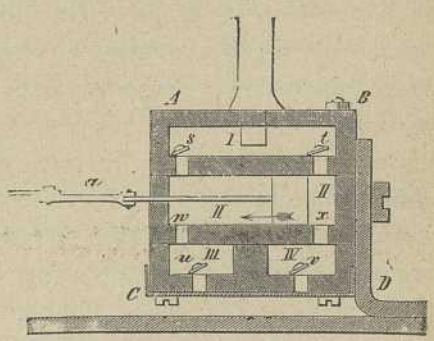


FIG. 220.—Bomba de la lámpara de Cárcel.

mentos, *I*, *II*, *III* y *IV*, de los cuales el *II* comunica con el *I* por medio de los tubos *s* y *t*, que tienen válvulas que se abren de abajo arriba, y con los departamentos *III* y *IV* por otros dos canales, *w* y *x* respectivamente. Estos dos últimos canales se hallan siempre abiertos. Si suponemos ahora que el émbolo se mueve de derecha á izquierda, este movimiento determina el cierre de las válvulas *t* y *u*, así como la apertura de las otras dos, *s* y *v*. A través del tubo *s* penetra el líquido comprimido en el espacio *I*, y á través del *v* es aspirada al interior del cuerpo de bomba una cantidad de líquido igual á la que ha pasado al tubo de elevación. Cuando el émbolo se mueve de izquierda á derecha, el juego de las válvulas es opuesto al anterior; se cierran las *s* y *v*, que antes estaban abiertas, y se abren las *t* y *u*, aspirándose por esta última una nueva cantidad de aceite del depósito exterior, mientras por *t* es enviada al espacio *I*, y de aquí á la mecha, una cantidad igual de líquido. Una vez graduado el movimiento del émbolo, de modo que la cantidad que envíe al tubo de elevación corresponda al consumo de la llama en el mismo tiempo (y esto se consigue con facilidad), se tiene garantida la constancia en el brillo, de la misma manera que en la lámpara de nivel constante, al propio tiempo que se evita el inconveniente de la sombra proyectada por el depósito, toda vez que éste se halla, en la lámpara de Cárcel, en el pie del aparato, así como el mecanismo de relojería.

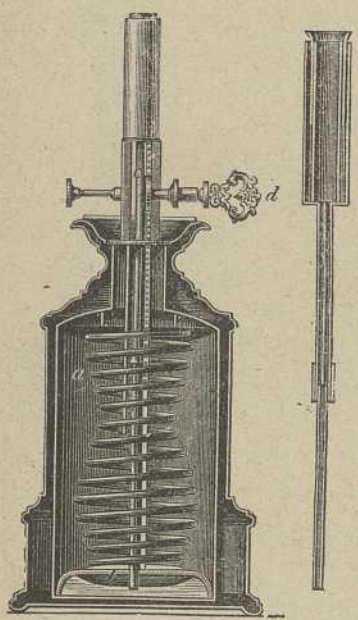


FIG. 221.—Lámpara reguladora.

Desgraciadamente, el precio de la lámpara de Cárcel fué muy elevado desde un principio, y además se exigían en ella con frecuencia reparaciones en el mecanismo de relojería, todo lo cual fué motivo para que no se extendiera más su uso. De todos modos quedó relegada al olvido, ó á lo más á la condición de un objeto de lujo, cuando apareció la llamada lámpara reguladora (inventada por Franchot en el año 1837), en la cual el depósito se halla también en el pie del aparato, y la elevación del aceite se obtiene, no por un mecanismo de relojería, sino simplemente por un resorte elástico que obliga á descender lentamente un émbolo, el cual, á su vez, comprime el líquido, haciéndole subir por un tubo, que termina en el mechero. La fig. 221 representa este mecanismo, que se comprende al punto sin más que considerar que *a* es el depósito de aceite, que termina superiormente por un cuello con embudo para facilitar la introducción del líquido; que *b* es el émbolo de cuero que ajusta herméticamente contra las paredes por sus bordes, do-

blados hacia abajo, cuyo émbolo va unido á una cremallera *c*, que puede moverse hacia arriba ó hacia abajo por medio de una ruedecita dentada, y mediante la cual se sumerge en el aceite el tubo conductor *e*, que asciende y desciende con el émbolo, y de cuya disposición da idea la pequeña figura de la derecha. Estando, pues, el resorte en distensión, se introduce por el embudo el aceite que se reune en el espacio superior por encima del émbolo; si ahora, haciendo girar la llave *d*, se obliga á subir á este émbolo, contrayendo la espiral del resorte, sucede que el aceite comprimido pasa por los bordes del émbolo de cuero, doblados hacia abajo, viniendo á ocupar el espacio inferior; pero una vez en esta posición el aparato, y abandonada á sí misma la llave *d*, la tensión del resorte hace descender lentamente el émbolo, obligando al líquido á subir al mechero por el tubo *e;* y esto sucede de tal manera, mediante el regulador de que toma nombre la lámpara y que es la parte más ingeniosa del invento de Franchot, que la cantidad de aceite suministrada á la mecha es exactamente la misma cuando el resorte tiene toda su fuerza elástica, es decir, cuando el émbolo está en la parte más alta, que cuando el resorte ha perdido ya casi toda su fuerza y el émbolo se encuentra cerca del extremo inferior de su carrera. Este regulador, tan ingenioso como sencillo, está representado en nuestra figura auxiliar de la derecha. Consiste en el sistema de tubitos que representamos en la forma correspondiente á la posición más baja del émbolo, y de los cuales el superior, algo más ancho, lleva un alma ó varilla cilíndrica de diámetro algo menor que el diámetro interior del tubito inferior más estrecho. A medida que el émbolo asciende, el tubito inferior va enchufando en el que está encima, al mismo tiempo que la varilla de éste va introduciéndose en aquél, cuya capacidad llena casi por completo, pues sólo queda al aceite, para su paso, un estrecho canal anular, en el que encuentra el líquido una gran resistencia por el rozamiento, retardándose en virtud de esto su movimiento ascensional. Ahora bien; cuanto más desciende el émbolo, tanto mayor porción de la varilla sale fuera del tubito inferior, y se reduce, por consiguiente, la longitud de este canal y el rozamiento que se opone al paso del aceite; y como, por otra parte, á este descenso va unida la pérdida de la fuerza tensora del resorte, pueden estudiarse las relaciones entre ambos fenómenos, de modo que se establezca una compensación exacta, como realmente ocurre en las lámparas reguladoras bien construídas. Al graduar la lámpara se procura que el aceite llegue á la mecha con exceso; pues la porción que no se quema, derramándose por las paredes del mechero, penetra de nuevo en el depósito, quedando encima del émbolo; pero vuelve á penetrar en la parte inferior para recorrer de nuevo el mismo círculo, excepto la parte que se queme, cuando el émbolo es elevado por medio de la llave *d* para cargar de nuevo el aparato.

Todos estos mecanismos, que eran en otro tiempo necesarios para hacer

llegar á la llama los aceites densos entonces empleados, como el de colza y otros, resultan superfluos con los combustibles que se usan modernamente, como la gasolina, la canfina, el petróleo, etc., en virtud de su gran fluidez y volatilidad, que determinan una enérgica aspiración á través de la misma mecha. Por el contrario, ha sido necesario proveer más bien en el sentido opuesto, procurando limitar el acceso del combustible por medio de largas mechas que separen la llama del depósito inferior. Así ocurre en las lámparas de canfina, cuyo mechero especial ya hemos mencionado al hablar de los tubos, y también en las de petróleo que, procedentes de América, se han difundido por todo el mundo. En las últimas el mechero es una pieza de gran importancia, por lo cual lo representamos en la figura 222. La mecha plana *M* asciende por medio de unas ruedecitas dentadas que muerden en ella, *B*, moviéndose dentro de un estuche rodeado por una armadura que tiene gran número de orificios. La llama está limitada lateralmente por una especie de cúpula de latón, *C*, que lleva en su parte superior una abertura longitudinal, por la que atraviesa aquélla. Esta cúpula tiene también gran número de orificios en la parte inferior, y deja además bastante espacio libre entre sus paredes y la llama, de modo que el aire puede llegar á ésta por todos lados; con lo cual, no sólo se consigue una combustión muy completa, sino también, y por efecto del gran tiro producido dentro de la cúpula, la llama se prolonga á lo largo y aumenta considerablemente su superficie lumínica y el efecto total de iluminación.

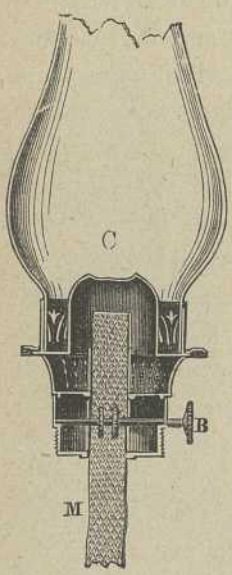


FIG. 222.
Aparato de combustión de la lámpara de petróleo, en sección vertical.

En las lámparas de petróleo hay que cuidar de que todas las partes ofrezcan un cierre perfecto, pues por más que se purifique, este material no pierde su olor; y como por otra parte es volátil, resulta imposible su empleo en aparatos que dejen escapar la menor cantidad de vapor. Por la misma razón hay que cuidar muy especialmente de que el depósito no esté demasiado cerca de la llama. La fig. 223 representa un modelo muy conveniente en este sentido. El líquido se introduce en el depósito *b* por un orificio, *a*, que se cierra á rosca; el depósito rodea al mechero, no comunicando con el interior de éste más que por un tubito horizontal en su parte inferior. El espacio alrededor del mechero entre éste y el depósito está vacío, y como lo atraviesa constantemente una corriente de aire frío, que va á alimentar la llama, el petróleo no se calienta nada por esta parte, la más próxima á la misma. La mecha es circular, con doble tiro, que se activa principalmente por la influencia del tubo estrangulado, cuya parte más estrecha se halla próximamente á cinco milímetros sobre el extremo superior de la

mecha, de suerte que la mayor parte de la llama se produce encima de la estrangulación; por tanteos es fácil encontrar la posición más conveniente de estos tubos. Como quiera que el petróleo se emplea cada vez más, pues ha resultado, no sólo más cómodo, sino también más barato que ningún otro combustible sólido ó líquido, modernamente se ha puesto esmerada atención en todo lo relativo á la construcción de sus lámparas, obteniéndose modelos satisfactorios y muy económicos, propios para los fines más diversos y usuales. No podemos entrar aquí en los pormenores que caracterizan á cada uno de ellos, pero indicaremos al menos los que, en nuestra opinión, tienen más importancia. Uno de ellos consiste en dar á las mechas planas una curvatura tal en el mechero, que á la salida se junten los dos bordes de la cinta y produzcan exactamente el mismo efecto que las mechas circulares. Esto ofrece ventaja por el menor precio de las mechas planas y su más fácil manejo. Gran número de los perfeccionamientos introducidos se refiere á la disminución de los peligros de explosión. El petróleo incompletamente purificado, como se vende con mucha frecuencia en el comercio por su baratura, puede dar ocasión, con suma facilidad, á esas inflamaciones, sobre todo si por efecto del calor de la llama se desprenden del líquido del depósito vapores que llenan su parte superior, y que se hallan propicios á arder en cuanto la llama toque á ellos, bien por un movimiento brusco del aparato, bien por un soplo imprudente. Pero la seguridad mayor es la que se consigue manejando siempre con cuidado la lámpara y el combustible, y mejor aún empleando petróleo de buena clase, que, después de todo, cuesta bien poco más que el impuro.

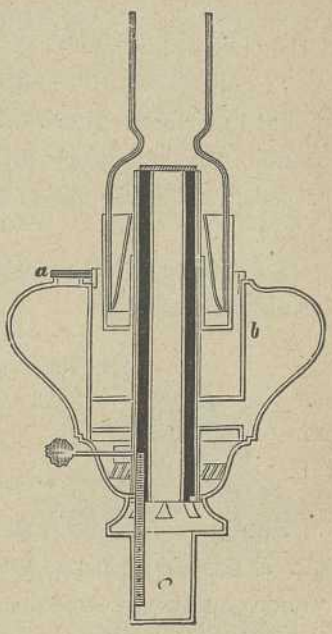


FIG. 223.
Lámpara de petróleo de Ditmar.

Una lámpara de petróleo, para estudio, que da muy buena luz, es la de nivel constante de Stobwasser (fig. 224), que recuerda la que hemos descrito antes para aceite. Se carga por un orificio situado en la parte superior del depósito, para lo cual se hace girar hacia la izquierda la tapadera *a* hasta encontrar resistencia; una vez introducido el líquido, se hace girar el mismo disco *a* hacia la

FIG. 224.—Lámpara de petróleo de nivel constante, de Stobwasser.

derecha, hasta encontrar de nuevo resistencia, quedando entonces establecida la comunicación con el mechero. El cierre obtenido en *a* es perfctamente hermético, con lo cual se consigue evitar todo peligro de explosión; y esto, unido á la hermosa luz que da esta lámpara, hace muy ventajoso su empleo.

El petróleo, con su abundancia, se ha sabido conquistar rápidamente el primer lugar entre todos los combustibles propios para el alumbrado, perjudicando, hasta aniquilarla en algunos puntos, á la industria de los productos procedentes del alquitrán, gasolina, parafina, etc., de que luego nos ocuparemos.

La extracción del petróleo ha alcanzado en los Estados Unidos de América los siguientes valores:

En 1870.....	4.215,000	barriles.
En 1871.....	5.659.000	—
En 1872.....	9.539.000	—
En 1873.....	9.879.455	—
En 1874.....	10.910.303	—

El número de pozos de petróleo en explotación alcanzó un máximum de 540 á fines de Enero de 1882, á partir de cuya fecha disminuyó dicho número, que en general oscila, porque cada uno de ellos ofrece sólo un período de explotación no muy largo. La exportación á Europa alcanzó en 1882 la cifra de nueve millones de barriles; y añadiendo unos 2.250.000 exportados á otros países, y unos 14 millones consumidos durante el citado año en la misma América, resulta un consumo total en el mundo de 25 millones de barriles para el año 1882, mientras que en 1876 fué sólo de unos 10 millones.

En vista de la importancia creciente de este nuevo artículo de consumo, se han buscado y encontrado manantiales de petróleo en otros países, pues su existencia está más generalizada en la Tierra de lo que se admitía en un principio. Rusia y Galizia (Austria) suministran hoy cantidades muy considerables del expresado producto. La fabricación de lámparas de petróleo ha dado origen, por consiguiente, á una industria sumamente extendida. En Berlín, que es su centro principal en Alemania, existen 80 fábricas, en las que trabajan unos 1.600 operarios, y puede calcularse en dos millones el número de lámparas que construyen anualmente, con un precio total en venta de 15 á 17 millones y medio de pesetas.

Los nuevos materiales de alumbrado han dado también ocasión á que se inventen dos útiles lámparas, una de las cuales, por lo menos, obtuvo gran aceptación en su primera época: tales son las lámparas de ligroína y de gas hidrógeno carburado. El petróleo en bruto, que es una mezcla de diferentes hidrocarburos, contiene componentes tan volátiles, que hacen peligroso su empleo. Hay, pues, que rectificarlo; pero la porción más volátil separada posee en mayor grado aquella condición de inflamabilidad, y al refinar canti-

dades tan enormes de petróleo como las consumidas, se iban acumulando dichas porciones más volátiles, de las que no se hacía ningún uso, y que se conocían en el comercio con el nombre genérico de nafta. Los norteamericanos, con ese espíritu práctico que les caracteriza, concibieron una idea atrevida: construir una lámpara en la que pudiera arder sin peligro alguno, y con ventajas evidentes, la nafta misma purificada, ó ligroína. La lámpara construída era pequeña, y tenía una tapadera ajustada á rosca, en cuyo centro se hallaba el mechero; quitando la tapadera se introducía la ligroína y se cerraba de nuevo; en el fondo, y sujeta por una tela metálica, había una capa de esponja que podía absorber de 25 á 35 gramos de líquido, quedando el resto de la capacidad vacío, y sin que, por consiguiente, pudiera originarse ningún daño, aunque el aparato cayera al suelo ó se volcara. Esta carga era suficiente para alimentar la llama durante algunas horas, y su valor ascendía tan sólo á algunos céntimos de peseta, de modo que la lámpara resultaba sumamente económica. La llama era clara y brillante, parecida á la de una bujía de parafina.

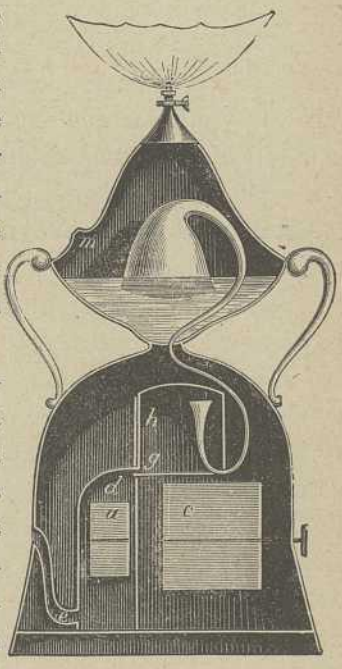


Fig. 225.
Lámpara lunar de gas hidrocarburo.

La nafta suele someterse todavía á una destilación, por efecto de la cual se separan de ella tres líquidos: el éter de petróleo, la bencina, y la llamada esencia de trementina artificial. Las dos primeras arden como la ligroína en las lámparas de ésta, y lo que venía de América con el nombre de ligroína tenía gran semejanza con la bencina misma; pero el petróleo bruto no sirve para aquéllas, pues da una llama amarillenta sin brillo. Las lámparas de ligroína pueden sustituir con ventaja á esas linternas de luz débil que se acostumbra á usar en las casas, en las bodegas, en las minas, etc.; sólo hay que tomar la precaución de no llenar la lámpara en la proximidad de una llama; debe tambien evitarse el destornillar la tapadera estando encendida la mecha, pues probablemente se encendería el contenido del depósito, si tal se hiciera.

Ofrece también interés, por su disposición, la lámpara de gas hidrocarburo inventada por Herzog, en Viena. En rigor, todas las llamas son de gas, como ya hemos dicho; pero cuando el combustible es sólido, el gas tiene que originarse por su descomposición en contacto con la mecha enrojecida, siendo, por lo demás, idéntico este fenómeno al que tiene lugar en las retortas de una fábrica de gas. Cuando el combustible es líquido, no es necesaria su descomposición, pues volatilizándose por el calor de la llama misma, los vapores

hacen el papel de gas combustible, y la mecha no tiene más misión que la puramente mecánica de hacer llegar por capilaridad el líquido hasta la llama. Estas lámparas, como, por ejemplo, la de ligroína, merecen, pues, más bien el nombre de lámparas de vapor. Más estrictamente aún es aplicable esta denominación á la lámpara de Herzog, que tiene la particularidad de que en ella el combustible líquido, como petróleo, gasolina, etc., se evapora en frío, y mezclado con el aire constituye una masa gaseosa que lleva en sí todo lo necesario para su combustión, y que arde como el gas del alumbrado, sin mecha ni tubo (fig. 225), dando una hermosa luz. La figura adjunta hace comprensible la disposición de estas nuevas lámparas en su forma más sencilla; pero pueden también aplicarse para obtener varios focos en forma de candelabro, etc. La lámpara tiene, como se ve en la figura, dos departamentos; el depósito y otro, en que hay un mecanismo destinado á producir una aspiración ó una compresión de aire. La parte señalada con la letra *c* es una cámara que contiene un resorte, puesto en tensión por medio de una llave, y que mediante un sistema de engranaje pone en actividad á un pequeño fuelle, *a*. En la figura no hacemos más que señalar estas dos partes del aparato para que no pierda en claridad. El aire penetra por el tubo *e*, en cuya boca interior hay una válvula, que se abre de fuera á dentro; dicho aire prosigue su camino por *d*, y atravesando una segunda válvula en *g*, se introduce en una cámara *h*, donde se comprime. Desde *h* asciende por un tubo encorvado, que penetra en el depósito del líquido, y en su parte superior tiene una rama descendente, ensanchada en forma de embudo invertido, que llega hasta cerca del fondo del mismo depósito. Cubierto de líquido este embudo, el aire lo atraviesa para salir en forma de burbujas, y al atravesarlo se satura de los vapores combustibles de tal modo, que la mezcla que ocupa el espacio situado encima del líquido constituye un gas inflamable. Esta lámpara, qne tiene también un mecanismo de relojería, viene á ser un aparato de transición al alumbrado de gas propiamente dicho.

ALUMBRADO DE GAS

Ya hemos visto que todos los sistemas de alumbrado puede decirse que son de gas, en un sentido lato; pero en la vida ordinaria se entiende bajo esta designación sólo el que se obtiene por medio del llamado gas del alumbrado. Nosotros adoptaremos un criterio intermedio, comprendiendo bajo este epígrafe todos los productos originados inmediatamente por la destilación seca de las sustancias orgánicas y de aplicación al fin indicado.

La destilación seca, de que hasta ahora no habíamos tenido ocasión de tratar, es una operación que consiste en someter los cuerpos orgánicos á una elevación de temperatura en aparatos cerrados, con lo cual se descomponen

en productos volátiles, que se separa y recoge en recipientes análogos á los empleados en la destilación ordinaria, bien para la investigación científica, bien para su empleo en diferentes usos. Se distingue, pues, la destilación seca de la ordinaria, principalmente porque la primera entraña una descomposición química, es decir, que los compuestos que se obtienen como resultado de ella no existían ya formados en la materia sometida á la operación, como sucede en la última, que constituye un fenómeno puramente físico.

Por lo demás, estos productos de la destilación seca de los cuerpos orgánicos no son siempre gaseosos, sino que existe un gran número de ellos que se condensan en las partes frías del aparato en estado líquido, y aun sólido. No tenemos más que acordarnos de la gasolina, parafina, etc., que están íntimamente relacionadas con el gas del alumbrado, no sólo por la forma en que se obtienen, sino también por su composición química; de modo que nos creemos obligados á hacer su estudio en este lugar, con tanto más motivo, cuanto que algunos de esos productos podrían considerarse como el mismo gas del alumbrado en estado líquido ó sólido.

RESEÑA HISTÓRICA

La observación de que algunos cuerpos gaseosos son combustibles, es muy antigua. Los fuegos eternos de la península Bakú, así como las fuentes de fuego persas y chinas, se hallan probablemente en actividad incesante desde hace miles de años, habiendo sido objeto de una veneración religiosa. En Inglaterra se sabía hace más de doscientos años que por las grietas del carbón de piedra contenido en las minas de él se desprendían gases inflamables, que producían una llama visible desde largas distancias; y por la fecha aludida vivió en Inglaterra un químico alemán que consiguió recoger á placer este gas, transportándolo á un punto cualquiera para hacerlo arder allí. Este químico, llamado Becher, es, por tanto, el primero que sacó partido, aunque de un modo muy imperfecto, del gas del alumbrado como tal.

Becher, que se ocupó mucho del estudio del carbón mineral, fué también quien obtuvo de éste el cok, cuyas ventajas como combustible fueron pronto reconocidas por todo el mundo, estableciéndose grandes fábricas para prepararlo. En la fabricación del cok (por la destilación seca de la hulla) se obtenían cantidades enormes de gas del alumbrado, que se dejaban escapar como producto secundario sin aplicación, ó que, á lo más, se inflamaban para recreo de los operarios; Clayton y Hales obtuvieron también gas del alumbrado por la destilación seca del carbón mineral, en 1739, y el obispo de Lladlaff indica en 1767 que este gas podía conducirse por tubos é inflamarse al extremo de los mismos. En las fábricas de cok de lord Dundonald se comen-

zó á separar, mediante un refrigerante, la brea líquida y el amoniaco contenidos en el gas desprendido por la destilación seca de la hulla; pero todavía no se conocía entonces la importancia que estaba destinado á alcanzar el gas del alumbrado. En Alemania se tuvo también por entonces conocimiento del poder luminoso y calorífico de la llama debida al gas desprendido del carbón mineral, á la que se dió el nombre de luz filosófica; en 1786, el profesor Sickel, de Wurzburg, alumbró ya su laboratorio con gas extraído de huesos, y Minckeler, profesor de Física en la Escuela superior de Lovaina, publicó en 1784 una *Memoire sur l'air inflammable tiré de differentes substances*, en la que daba á conocer el descubrimiento de la luz de gas.

FIG 226.—Le Bon.

Pero el inglés Murdoch fué el primero que supo demostrar la importancia práctica del nuevo sistema de alumbrado. Llenó vejigas de animales con el gas obtenido del carbón de piedra, y se sirvió de ellas, como linternas, en sus paseos nocturnos, consiguiendo en 1792 iluminar por completo con gas la casa que habitaba en Redruth. Pero todos sus esfuerzos en apoyo del alumbrado por el gas se estrellaban contra la apatía de las gentes. Unicamente el genio de Watt fué impresionado por estos hechos, hasta el punto de decidirse á experimentarlos por sí mismo; en 1798 estableció el alumbrado de gas en sus talleres de construcción de máquinas, bajo la dirección de Murdoch, y en 1802, para celebrar la paz de Amiens, adornó toda la fachada de la fábrica con una brillante iluminación por medio del gas producido en el establecimiento mismo. Este ejemplo, á pesar de que parecía propio para estimular su imitación en vista del extraordinario éxito que tuvo, permaneció, sin embargo, aislado.

Independientemente de los trabajos de Murdoch, Le Bon hizo en Francia tentativas para emplear en el alumbrado los gases desarrollados por la destilación seca de la madera; pero semejantes tentativas tuvieron todavía menos resonancia que las de Murdoch en Inglaterra.

Le Bon, lleno del más austero carácter científico y penetrado de la impor-

tancia del nuevo invento, despreció el pequeño concurso del reclamo. Se propuso convencer al pueblo; pero esto es una empresa que sólo en raros casos da resultados. Le Bon no consiguió, pues, realizar sus aspiraciones, y después de haber agotado sus recursos se encontraba tan lejos del fin propuesto como en un principio. Algunos le prestaron oído, pero sonreían al pensar en sus pérdidas pecuniarias, de que hacían culpable á la falta de fundamento de sus ideas, en vez de achacarlas á la poca penetración del vulgo; otros le atribuían una fantasía exagerada, y huían de él; la mayor parte no se tomaba siquiera el trabajo de pensar en su persona ni en su descubrimiento. Cuando no le quedaban ya recursos para hacer sus experiencias ante el pueblo; cuando todo lo había sacrificado al propósito de ofrecer á sus conciudadanos los beneficios de una idea nueva; cuando aun entre las personas de instrucción encontraba por toda recompensa á sus humanitarios esfuerzos el desprecio y la burla, no le quedó al pobre otro remedio que penetrar, desesperado, en el bosque de Bolonia y quitarse la vida de un pistoletazo.

Un alemán llamado Winzer, miembro del Consejo de Brunswick, tuvo más habilidad que Murdoch y Le Bon para tratar al público. Tomó con gran empeño la idea del nuevo sistema de alumbrado, y sin ceder á sus colegas en entusiasmo y convicción, supo además poner en juego palancas de acción más rápida y eficaz que aquéllos. Se trasladó á Inglaterra, donde su nombre quedó transformado en Winsor, é inmediatamente fundó una Sociedad por acciones, á la que hizo confiar en beneficios fabulosos. Por lo pronto, cada acción de 500 thalers debía dar al menos un dividendo anual de 10.000, cuya suma todavía había de duplicarse y triplicarse con el tiempo. Ahora bien; aunque las personas prudentes recelaron de semejantes exagerados ofrecimientos, el enjambre de gentes ambiciosas que en todos tiempos existe y que toman los negocios como un juego de azar, fué entonces bastante numeroso para poner á disposición de Winsor sumas considerables. Como es natural, se descubrió pronto que la empresa era quimérica, y la luz que alcanzaron á ver los accionistas fué muy diferente de la que se les había ofrecido. Sin embargo, aunque en parte combatida, y en parte apoyada, la cuestión se había tomado con demasiado calor para que pudiera caer pronto en el olvido, y Winzer no era tampoco de condición propia para consentirlo; se presentó con un nuevo programa que no desmerecía del anterior en lo brillante de sus ofrecimientos, prometiendo de nuevo ríos de oro, sin que tampoco llegara esta vez á lograr ningún resultado positivo. Pero entretanto la iluminación establecida por Murdoch en la fábrica de Watt, y otras empresas análogas, habían inclinado á la parte más previsora del público, si no á entusiasmarse con este género de proyectos, á mirarlos con cierta neutralidad, cuyas circunstancias supo explotar Winzer del modo más hábil. La esperanza del éxito, que parecía seguro por el apoyo que adquiría la idea en la experiencia científica, dió

vida á las acciones del alumbrado por gas, éstas adquirieron un precio de cotización que se elevaba rápidamente, y, en una palabra, Winzer vió acumularse nuevas montañas de oro á sus pies.

A pesar de que las circunstancias todas que concurrían en la empresa no eran apropiadas para captarse las simpatías de los hombres de espíritu sereno; á pesar de que los defectos que todavía entrañaban los procedimientos de preparación del gas (que no se sabía purificar) hicieron clamar contra la charlatanería de Winzer á los sabios y técnicos de la época, incluso el mismo Murdoch, nada consiguió torcer la buena estrella de este hombre de carácter ligero é impresionable. No obstante, en su conducta no había nada que le presentara como un simple embaucador, animado por el afán del lucro y sin conocimiento alguno de lo que llevaba entre manos. Era bastante instruído para saber qué era lo que se proponía. Su genio presentía la extensión que el nuevo alumbrado estaba destinado á adquirir y las ventajas que había de reportar al mundo con respecto á los demás sistemas conocidos. Por lo demás, sus anuncios de llevar á cabo la realización y perfeccionamiento de la idea ofreciendo á sus socios tan enormes utilidades, debieron ser no más que producto de su fantasía. Es probable que él mismo no tuviera fe en todo el programa que se esforzaba por hacer creer al público, pero no es posible exigir esto á los innovadores; Winzer era un verdadero emprendedor, mil veces más generoso y honrado que la mayor parte de sus colegas del día, y su convicción en el éxito final del problema del alumbrado por gas queda demostrada con el hecho de que, no sólo se abstuvo de reservar para sí la más pequeña parte de las enormes cantidades que pasaban por sus manos, sino que enterró también en la empresa sus propios bienes. Sus fines fueron siempre levantados y su laboriosidad infatigable en la tarea que se había impuesto de excitar la opinión; sólo que para obtener el dinero necesario adoptó el camino de engañarla. No queremos discutir aquí hasta qué punto es esto lícito; pero desgraciadamente tales medios han sido con frecuencia los más eficaces para el logro de aspiraciones inspiradas en el bien público, hecho que se revela tambien en el caso actual.

Por lo menos esta ocasión de examinar el pro y el contra del problema, así como las investigaciones científicas más exactas realizadas con tal motivo, particularmente por el químico inglés Akum, dieron por resultado difundir la idea de que no era posible la aplicación del gas al objeto del alumbrado, despertando, por el contrario, partidarios de esta última, resultado de todo lo cual fué que se llegara, poco á poco, á obtener un gas exento de los inconvenientes que principalmente procedían de la impurezas, cuya combustión daba origen á productos dañosos y de olor desagradable; impurezas que en un principio no se sabía separar. La pureza del gas fué la mejor recomendación de él ante el público, bien entendido que nos referimos al público de Inglaterra, que es donde se trabajaba en dicha época sobre el particular.

En el año 1810 obtuvo el incansable Winzer una patente para su invento, afirmándose ya el éxito en esta tercera tentativa. Los privilegios concedidos á su Sociedad fueron prorrogados y aun ampliados en 1816, y en 1825 tenía ya en marcha la Compañía Winsor varias grandes fábricas en Londres y las ciudades de su alrededor. La longitud de la tubería por la que se suministraba el gas, medía 120 millas inglesas (193 kilómetros), en 1832.

Ante tal ejemplo se apresuraron muchos á consagrar sus capitales al establecimiento de fábricas de gas; surgieron rápidamente, unas tras otras, Sociedades para el objeto, y hoy apenas hay en la Gran Bretaña población de 3.000 habitantes que no posea su correspondiente fábrica de gas, siendo además muchas las poblaciones del continente cuya iluminación está á cargo de Compañías inglesas.

En Europa ofreció también en un principio no pocas dificultades la introducción del alumbrado de gas. En Francia se olvidaron pronto las tentativas del desdichado Le Bon, sirviendo al parecer su fracaso de escarmiento para los demás; y á pesar del éxito que entretanto alcanzaba el alumbrado de gas en Inglaterra, el pueblo francés no se interesaba en este problema; hacía falta un genio que pudiera llamar sobre él la atención de las gentes. Ninguno tan apropiado para el caso como Winzer. En efecto; cuando dejó en Inglaterra bastante arraigada su obra, atravesó el Canal de la Mancha para plantar un nuevo vástago en el suelo francés, donde su labor no fué, sin embargo, tan fácil como se había imaginado, fundándose en el carácter impresionable de sus habitantes. Los antecedentes le perjudicaban mucho, y en cuanto la prensa comenzó á despertar el recelo contra los especuladores, se desvanecieron sus planes, como la nieve se derrite en primavera al calor de los rayos solares. Tuvo necesidad de realizar esfuerzos indecibles para llevar á cabo en 1817 el alumbrado por gas del Panorama, cuyo ejemplo, sin embargo, más que un éxito científico ó industrial, fué tan sólo para los franceses un espectáculo; y á pesar de que Luis XVIII, llevado de miras políticas, permitió la formación de una Compañía de gas que llevó el nombre de una Reina, el nuevo descubrimiento no pudo conquistar las simpatías del pueblo sino muy lentamente, tardando Francia unos veinte años más que Inglaterra en disfrutar sus beneficios.

En los Estados Unidos, por el contrario, la historia del desenvolvimiento del sistema de alumbrado por gas es mucho más satisfactoria. Henfrey fué quien principalmente fijó en ese país su atención en la gran importancia de la idea, y el genio emprendedor y resuelto de los americanos le ofreció un camino más fácil que el que habían encontrado los iniciadores de ella en otros países. En el año 1801 había ya iluminado en Baltimore un gran edificio por medio de un gas obtenido del carbón de piedra, y á continuación realizó una porción de empresas análogas.

En Alemania se tardó más en entrar en la nueva vía, y por esta época sólo dos profesores distinguidos, Lampadius en Freiberg, y Prechtl en Viena, practicaron experiencias coronadas por algún éxito, aunque muy limitado. Lampadius tradujo una obra de Akum sobre el alumbrado de gas, y consiguió que se fundara una fábrica de gas en el taller de amalgamación de Freiberg. Al considerar hoy, transcurridos sólo cincuenta años desde este hecho, la generalidad del empleo del gas en Alemania, no sólo para el alumbrado, sino también en muchas ramas de industria y para la calefacción; al ver que no sólo las más pequeñas ciudades, sino también aldeas y hasta edificios aislados, se han construído su correspondiente fábrica de gas, se hace difícil creer que en 1816 se tomara todavía como una empresa sumamente atrevida la obra de Lampadius, y eso que ya en 1802 cierto Winzler de Znaim había mostrado públicamente en Viena el sistema de alumbrado con gas procedente de la destilación de la madera, y que á poco de esto practicó Werner el mismo experimento en Leipzig, y fué repetido en otras ciudades de Sajonia. El último iluminó en 1808 una fábrica de tejidos de Züllichau; pero estas llamas se apagaron todas sin que sus rayos llegaran á iluminar los cerebros del vulgo, siendo la fábrica de Lampadius, en Freiberg, el primer ejemplo en gran escala de alumbrado con el gas procedente de la hulla, de verdadera resonancia en Alemania. En Berlín brilló por vez primera la "luz filosófica„ á consecuencia de un contrato con una Sociedad inglesa en 1826, es decir, poco antes de que se pusiera en práctica el mismo sistema de alumbrado en Egipto.

A partir de esta fecha, el alumbrado por gas se generalizó rápidamente en todas las naciones, comenzando en realidad entonces su perfeccionamiento, en virtud de una rápida sucesión de inventos destinados á ello. Prescindiremos, pues, de continuar su estudio cronológico, prefiriendo penetrar en la esencia íntima del método, sin lo cual no es posible comprender sus pormenores.

FABRICACIÓN DEL GAS DEL ALUMBRADO

Tomando, pues, la cuestión por el lado práctico, recordaremos el principio ya emitido de que los cuerpos orgánicos que tienen una composición química análoga á la de los aceites, grasas sólidas, etc., sometidos á la acción del calor en vasijas cerradas (retortas), ó, lo que es lo mismo, á la destilación seca, desprenden gases idénticos á los que se queman en las llamas de esas misma sustancias. Dichos gases extraídos de tales cuerpos pueden, por consiguiente, emplearse en el alumbrado. Por otra parte, la experiencia ha demostrado que también otros cuerpos de más bajo precio que los anteriores, como, por ejemplo, el carbón mineral, la madera, resinas, etc., sufren, cuando se los calienta en vasijas, una descomposición muy semejante á la de los mencionados,

pudiéndose obtener con ellos el mismo resultado, si bien se hacen necesarias en tal caso ciertas operaciones de purificación, á fin de separar otros productos de la descomposición que perjudican al efecto útil que se busca. Para obtener gases aplicables al alumbrado pueden emplearse con éxito las sustancias orgánicas más diversas; pero las que se usan con más frecuencia son: la hulla, el lignito, esquistos bituminosos, turba, maderas, resinas, grasas impuras, etc.

Entre los materiales antes citados, figuran en primer término, por su gran abundancia en la Naturaleza, los combustibles fósiles, en pequeña escala la turba y el lignito, mientras la hulla se emplea en cantidades enormes para producir el gas del alumbrado. En virtud de la forma misma de formación de los llamados carbones fósiles, sobre la cual nos hemos extendido en el tomo III de esta obra, el lignito debe poseer todavía una composición más próxima á la de los seres orgánicos que viven en la superficie de la tierra que la hulla, cuya antigüedad es mucho mayor, y en la que se halla más avanzada la descomposición que aquellos organismos experimentan lentamente; la turba es aún mucho más reciente que el lignito, puesto que se forma todavía á nuestra vista. Así, mientras el lignito muestra muchas veces propiedades completamente idénticas á las de la leña apagada, pudiendo ofrecer toda la estructura de los árboles de que procede, sus células, sus ramas, hojas y hasta la resina segregada por aquéllos, la hulla forma una masa negra y compacta, cuyo aspecto apenas permite recordar su origen vegetal. Según que las condiciones locales determinen una descomposición más ó menos rápida de la materia orgánica, varía también la calidad ó descomposición de la hulla.

Se encuentran algunas especies de carbones fósiles que, juntamente con el carbono, elemento principal de su composición (que como menos volátil entre los que forman el tejido orgánico, subsiste siempre), poseen también cantidades todavía considerables de hidrógeno y oxígeno; por el contrario, hay otros en los que la descomposición ha progresado ya tanto, que esos elementos más difusibles se han separado casi por completo del carbono, estando constituído el residuo casi exclusivamente por este cuerpo simple de color negro. Así sucede con la antracita, que no sirve para la fabricación del gas del alumbrado, pues sólo aportando cuerpos gaseosos de origen distinto, con los que pudiera combinarse, sería posible transformarla en productos volátiles. Por el contrario, este carbón es muy á propósito para arder en hornos de gran tiro, pues forma con el oxígeno primeramente óxido de carbono, que á su vez arde con una llama muy poco luminosa, pero que desarrolla un gran calor.

Las variedades comprendidas en el comercio bajo el nombre de hullas grasas, no han experimentado todavía una transformación tan completa; conservan ciertos restos de hidrógeno y oxígeno procedentes de las plantas á que pertenecieron, y en esto se funda su empleo para preparar del gas del alum-

brado. Pero para este objeto particular hay que tener en cuenta en la hulla otras propiedades, algunas de las cuales tienen mayor importancia que otras. Así, por ejemplo, ciertos carbones, como los llamados pizarrosas y de hollín, decrepitan y estallan cuando se les calienta, descomponiéndose, pero sin ablandarse, sin hacerse pastosos; tales carbones son muy poco apropiados para la preparación de gas del alumbrado, pues en ellos la descomposición no es uniforme. Por el contrario, son más convenientes y se emplean con preferencia para el objeto. las variedades de hulla, que con el calor adquieren una condición de pastosidad. Adicionando carbón, dotado en alto grado de esta cualidad, se pueden hacer aprovechables otros carbones inferiores bajo este respecto; y uno de los principales problemas de la expresada industria, y de cuya solución depende muchas veces el que los gases obtenidos presenten propiedades muy diversas en su poder luminoso, etc., es la mezcla de ambas clases en las proporciones convenientes. Cuando se emplean carbones muy densos, ricos en carbono, se obtienen llamas oscuras y fuliginosas, mientras que si el carbón es relativamente muy rico en hidrógeno, la llama tiene un poder luminoso muy débil. El poder luminoso máximo corresponde á un gas de composición intermedia entre las que resultan en ambos extremos, y para conseguir esto se mezclan en proporciones adecuadas los carbones antes de la destilación misma. El residuo que queda en los aparatos destilatorios es una masa porosa, constituída por carbono casi químicamente puro, pues sólo contiene las sustancias minerales ó cenizas que no se volatilizan por la acción del calor. Este carbón se conoce con el nombre de cok.

COK

La estructura porosa del cok, por efecto de la cual ofrece una gran superficie de contacto al aire, hace de él un combustible de excelentes condiciones, en cuya preparación se ocupan principalmente algunas fábricas. Los hornos de cok sólo pueden proporcionar evidentemente resultados beneficiosos en la proximidad de los grandes criaderos de hulla, donde esta primera materia, muy pesada, y que muchas veces no se puede aprovechar para otros usos, se transforma en el expresado producto, que es más estimado y más fácilmente transportable, pues en tal forma resulta lo más económica posible la manera de obtener dicho combustible. El cok y su preparación se conocen desde hace mucho tiempo, practicándose la última en gran escala, particularmente en Inglaterra. Del mismo modo que se obtiene el carbón vegetal con la madera, calentando ésta al abrigo del aire, la preparación del cok no consiste esencialmente más que en una destilación seca, y cuando pueden aprovecharse para el alumbrado los gases que se desprenden, se asocian así, de un

modo muy ventajoso, dos ramas importantes de industria. En las fábricas de gas constituye siempre la venta del cok un factor importante en los balances, siendo menos frecuente el aprovechamiento de los gases en los hornos de cok que se instalan cerca de las minas de carbón mineral para transformar las clases inferiores de éste, el polvo que se desprende de él, etc. Muchas veces se dejan escapar dichos gases, si bien modernamente, aunque no se recojan, sirven como combustible, para lo cual se conducen al hogar, donde desarrollan calor al quemarse.

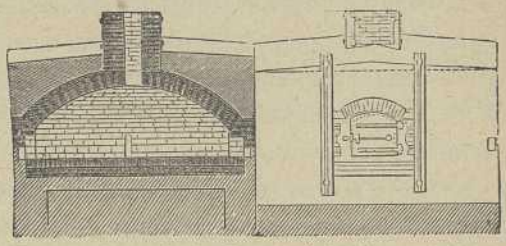


FIG. 227.—Horno de cok. (Corte vertical y vista anterior.)

Ya que es esta ocasión tan propicia, diremos algo acerca de los procedimientos empleados en la fabricación del cok. En primer lugar, elegidas las clases de hulla que se prestan á elaborarlo, se lavan y se colocan mezcladas entre sí en los hornos. Como quiera que entre las impurezas de la hulla la más temible es el azufre, se procura separarlo tan completamente como sea posible, para lo cual no se da á los aparatos de calefacción la forma de las retortas comunes, sino la de hornos abovedados, pues hay que quemar una parte del carbón para que el calor desarrollado por su combustión pueda provocar la destilación seca del resto. Estos hornos se instalan en forma de series, construyéndolos con ladrillos refractarios y dotándolos de puertas, por donde se cargan, y de chimeneas de poca altura, encima de las cuales flotan las llamas de color rojo azulado del carbón húmedo encendido en el hogar. Cada veinticuatro horas se cargan de nuevo, dejando enfriar el producto extraído incandescente y con brillo metálico, que se deja enfriar y se almacena. Los hornos empleados, representados en corte vertical y en vista exterior en la fig. 227, y en proyección horizontal en la fig. 228, tienen una luz de tres metros en el sentido del eje mayor de la elipse, y de dos y medio en el del eje menor, cargándose cada vez con 1.400 kilogramos de hulla. Cuanto más pastoso es el carbón, tanto más tranquila y lentamente marcha la operación, interceptándose de un modo más completo el paso del aire. En la proyección horizontal, *a a* señalan los tubos que conducen aire al horno; *b b*, los puntos en que esos tubos se abren en el interior de éste; *c-c* representan los tirantes de hierro que sirven para

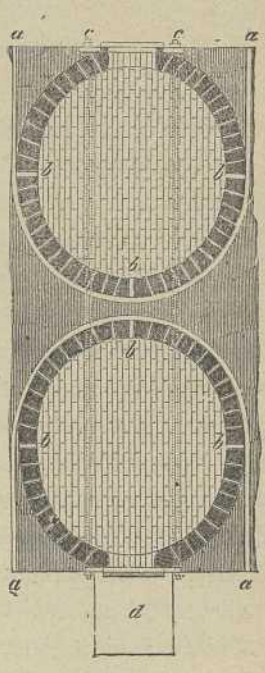


FIG. 228.—Horno de cok en proyección horizontal.

sujetar la obra de mampostería, y *d*, la plancha de hierro que cierra el hogar.

La cantidad de calor que se desarrolla por la combustión de un mismo peso está representada por 75 para el cok bueno y la hulla superior, 80 para el carbón vegetal, 30 para la madera seca, 30 para el lignito y 25 para la turba. El cok obtenido del lignito y turba tiene menos valor para la calefacción, pero en cambio la brea ó alquitrán que resulta de su preparación es muy estimada para producir multitud de sustancias valiosas, como el asfalto, gasolina, bencina, anilina, etc.; de modo que el cok se puede considerar en este caso como un producto secundario.

El mejor cok es el obtenido de la hulla grasa, y este carbón es también una de las primeras materias más estimadas para la fabricación del gas del alumbrado. Sus mejores variedades proceden de Inglaterra, y tienen un color muy negro, un aspecto mate y una fractura concoidea; y por más que en virtud de los gastos de transporte su precio se eleva casi al triple del de las minas del continente, se prefiere emplearlo en algunas fábricas de gas alemanas y de otros países. La hulla antracitosa es la que le sigue en valor.

COMPOSICIÓN DEL GAS DEL ALUMBRADO

Aparte de los tres elementos orgánicos ya citados, carbono, hidrógeno y oxígeno, llevan consigo las primeras materias sometidas á la destilación en retortas para obtener del gas el alumbrado otros componentes que, por la acción del calor, también se descomponen y volatilizan, impurificando el gas. Estas impurezas proceden en parte de cuerpos orgánicos nitrogenados, y aparecen en forma de compuestos amoniacales, y aun ciánicos, ó bien en forma de compuestos de azufre de olor muy desagradable y de propiedades corrosivas, como el hidrógeno sulfurado, el sulfuro de carbono, el ácido sulfuroso, ó ya, por último, en forma de productos que, como el ácido carbónico y el vapor de agua, sólo afectan á la combustibilidad y al brillo de la llama del gas. Es preciso en todo caso purificar éste con el mayor cuidado, pues su valor no depende sólo del poder iluminante, sino también de que sean ó no inofensivos los productos de su combustión.

Cuando el gas está bien purificado, contiene principalmente combinaciones de carbono é hidrógeno, ó sean los llamados hidrocarburos, mezclados á veces con algo de hidrógeno puro y de óxido de carbono, gas compuesto por volúmenes iguales de carbono y oxígeno, y cuya importancia en el del alumbrado es menor que la de los anteriores. Pero los que tienen para nosotros interés preferente son los hidrocarburos, y entre ellos particularmente dos, *el gas de los pantanos*, llamado así porque se forma en las aguas estancadas en virtud de la putrefacción de las plantas acuáticas, y que contiene en su molécula un

átomo de carbono por cuatro de hidrógeno, y el gas oleífico ó ethyleno, como le llaman los químicos, cuya composición es de dos átomos de carbono por cuatro de hidrógeno. A este último hay que atribuir, por su mayor riqueza en carbono, el gran poder luminoso de la llama del gas desprendido de la hulla, mientras que el gas de los pantanos y el óxido de carbono juegan un papel análogo al del alcohol en la canfina. Cuanto más lenta es la descomposición de la hulla en las retortas, tanto más uniforme permanece la composición del gas desprendido. Cuando el calentamiento es demasiado rápido, pasan al principio productos muy ricos en carbono, y, por tanto, de llama muy fuliginosa, disminuyendo luego la proporción de este elemento. Pero elevando gradualmente la temperatura se puede regularizar la descomposición, haciendo desaparecer esas desigualdades. Mas si á pesar de esto se forman en gran cantidad aquellos gases demasiado ricos en carbono, como puede suceder cuando se emplean ciertas clases de hulla, y si en el curso de la destilación no se compensa este exceso, de manera que la masa total reunida en el gasómetro adolezca del mismo defecto, hay que recurrir á la producción de otros gases que por sí solos no puedan dar sino una llama poco luminosa. Si esto no se llega á alcanzar por una mezcla de carbones más secos con la primera materia de la destilación, puede echarse mano del óxido de carbono, que es muy á propósito para el objeto. Este gas es el que se forma por la combustión incompleta del carbono, originándose principalmente siempre que el carbón arde en espacios muy limitados. Los envenenamientos producidos por la proximidad de los braseros y demás casos análogos, se deben al óxido de carbono. Se produce también en parte en el interior de las retortas durante la fabricación del gas del alumbrado; pero cuando se trata de diluir en su seno un gas demasiado rico en carbono, se hace preciso originarlo de un modo especial, recurriendo en las fábricas de gas al medio de hacer pasar una corriente de vapor de agua caliente por una retorta llena de carbón incandescente. El agua se descompone, y sus elementos, hidrógeno y oxígeno, encontrándose en presencia de un exceso de carbono, forman con éste, gas de los pantanos y óxido de carbono respectivamente, cuya mezcla es muy á propósito para corregir el exceso de carbono en el gas del alumbrado. Recíprocamente se hace apto para brillar á un gas del alumbrado pobre en carbono por la operación llamada carbonización, que consiste en mezclarlo con los vapores de algunos hidrocarburos muy volátiles, como son la bencina, la nafta, etc. Generalmente se practica esto en aparatos especiales, de los cuales existen diferentes modelos; pero todos coinciden en que el gas, poco brillante, se hace atravesar por una capa de aquellos líquidos, ricos en carbono. Este procedimiento tiene, sin embargo, muchos defectos, que dependen principalmente de la variación en la cantidad de vapor absorbida, según las temperaturas, y en la facilidad con que se condensan los líquidos evaporados por el enfriamiento. También puede

carbonizarse por este medio el aire atmosférico, lo cual se ha llevado á la práctica en los aparatos de gasolina.

Como quiera que la tarea de obtener una composición conveniente del gas del alumbrado que permita á éste realizar el máximo efecto luminoso, sólo puede ser obra de un director técnico, debieran ponerse siempre al frente de las fábricas de gas, aun en pequeño, personas de instrucción y de experiencia científicas, pues la economía en carbón que resulta de una elaboración racional, cubre con creces el gasto de su sueldo; prescindiendo de que nunca se apreciará bastante la garantía de una luz agradable y siempre homogénea.

DESTILACIÓN Y PURIFICACIÓN

La manera de obtener con la hulla el gas del alumbrado, es como sigue. El carbón se parte en trozos como el puño, y se echa en grandes retortas de hierro ó de arcilla, que están empotradas en un horno extenso, de tal modo que todas puedan ser rodeadas por la llama de un modo uniforme. La forma de estas retortas, de las cuales suelen ponerse generalmente de cinco á siete, en esta disposición, ⬭⬭ y en cuya longitud se llega á unos dos metros, con un diámetro de 50 á 60 centímetros, es la de elipsoides achatados, cuyo fondo suele aplanarse para aumentar la superficie de calefacción y poder distribuir con igualdad el carbón sobre él. La fig. 229 representa, vista por delante, una de las construcciones más usuales de hornos entre el gran número de ellas, y la 230 la misma en corte vertical. La parte anterior de las retortas *R R* se halla provista de una tapadera, *h h* (véase la parte superior de la derecha de la fig. 229), que se atornilla, y quitando la cual se saca el cok, ó se cargan

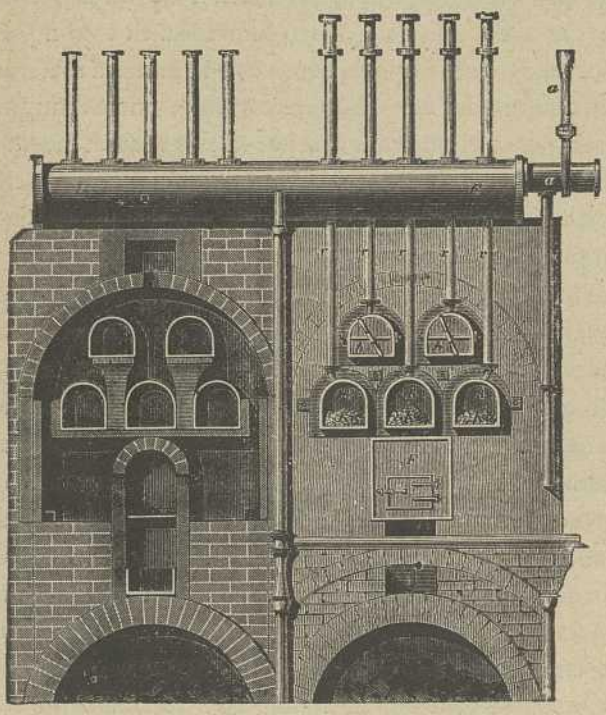


FIG. 229.—Horno para la preparación del gas del alumbrado. (Vista anterior.)

de nuevo las retortas con hulla, *K*. Los tubos de salida para el gas *r* se abren en la pared superior; por ellos llega aquél á un gran tubo horizontal *C*, en cuyo interior desembocan los procedentes de todas las retortas. Aquí se deposita en estado líquido la primera porción de los productos formados por la destilación, y que, en virtud de la elevada temperatura á que están sometidas las retortas, salieron de ellas en estado de vapor. Este líquido, que se acumula en la alargadera, constituye la brea llamada de hulla ó alquitrán. Los tubos de conducción procedentes de las retortas se introducen por su extremo encorvado hacia abajo en esta brea, de manera que queda así interceptada la comunicación de unas con otras, pudiéndose vaciar ó llenar de nuevo cada retorta sin que éntre aire en la alargadera.

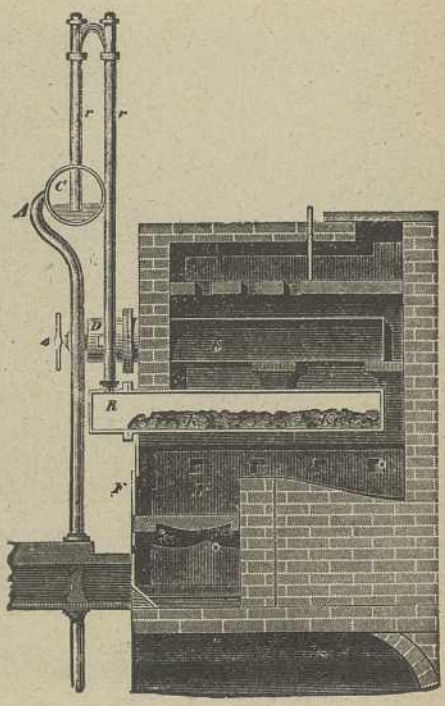


FIG. 230.—Horno para la preparación del gas del alumbrado. (Corte vertical.)

Desde ésta parten los gases que no se condensan á la temperatura todavía elevada de la misma, por un sistema de tubos en U, invertida, que se apoyan sobre un zócalo, provisto á su vez de tubos de desprendimiento; los primeros reciben el nombre de condensadores (véase la fig. 231), y se mantienen fríos, con objeto de que se condensen las partículas líquidas arrastradas por la corriente gaseosa. De no atender á que esto suceda, puede ocurrir que, en tiempos fríos, se obstruyan las cañerías de gas por la condensación de hidrocarburos sólidos y líquidos, ocasionando una interrupción en el servicio del alumbrado. En dichos aparatos de condensación se deposita toda la brea, formando una capa inferior, que se separa de los líquidos amoniacales por su mayor peso específico, siendo conducida después á los pozos de brea, construídos de mampostería junto á dichos condensadores. Con la brea se separan también otros compuestos, como la parafina, naftalina, etc., de que el gas no contiene ya más impurezas que las gaseosas antes mencionadas, y cuya eliminación tiene lugar en los aparatos llamados *purificadores*, cuyo sistema varía según la clase de impurezas que dominan en el gas.

El procedimiento antiguo de hacer pasar el gas por lechada de cal, mezclada con óxido de plomo, ha sido abandonado como poco práctico, por efecto de la gran presión que había que vencer; hoy se hace atravesar el gas por una

serie de zarzos, colocados unos sobre otros, y en los que se halla la sustancia purificadora en estado de polvo grueso. La fig. 233 muestra la disposición de uno de estos purificadores. Una caja abierta por arriba, y en cuya pared inferior se abre el tubo de conducción del gas *G*, contiene los zarzos *A' A'' A'''*, cubiertos por la sustancia purificadora. El gas tiene que atravesar por entre sus intersticios, como indican las flechas, para llegar al tubo de salida *H*, que se abre en la pared superior de la caja. Esta se halla cerrada por una tapadera, cuyos bordes salientes se sumergen en un canal lleno de agua, interceptando

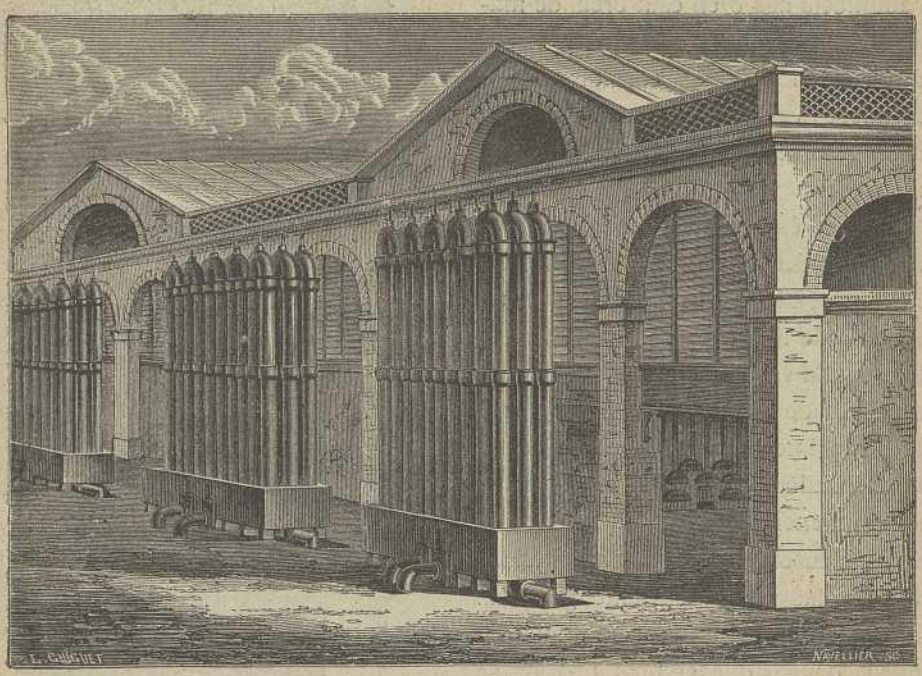


FIG. 231.—Condensadores.

así la entrada al aire exterior; *O* es un manómetro que señala la presión inferior; *T* es una puerta con tapadera, y por la que puede penetrar un hombre para renovar la carga contenida sobre los zarzos. Durante largo tiempo se empleó en éstos la mezcla de cal apagada con óxido de plomo, ó bien sólo cal apagada; y, en efecto, ambas bases se combinan con el hidrógeno sulfurado y los ácidos sulfuroso y carbónico, bastando, por consiguiente, en la mayor parte de los casos, toda vez que estos cuerpos constituyen las principales impurezas gaseosas. Pero en el transcurso del tiempo se han encontrado otros medios de purificación, que se emplean, si no exclusivamente, al mismo tiempo que el hidrato cálcico. Así, por ejemplo, la pasta de Laming contiene sulfato ferroso, cal apagada, agua y serrín, y equivale á una mezcla de hidrato férrico y sulfato cálcico, que se mantiene porosa por medio del serrín. La purificación con esta composición, que contiene hidrato férrico, es muy importante

para la eliminación del hidrógeno sulfurado, de los compuestos de cianógeno del ácido carbónico y del amoniaco. La cal por sí sola no absorbe el amoniaco, y lo mismo sucede al óxido de hierro con el ácido carbónico, de modo que ambas sustancias se completan en su acción.

En lugar del sulfato ferroso ó vitriolo verde, se emplean también algunos minerales de hierro finamente pulverizados, como la limonita y otros; y en al-

FIG. 231.—Serie de hornos en una gran fábrica de gas.

gunas comarcas, como la de Giessen (Hessen), hay minas que se explotan no más que para surtir á las fábricas de gas del alumbrado.

Generalmente se hace actuar sobre el gas, primero un purificador de cal, después dos de hierro, y, por último, otro de cal. A veces se hace también pasar el gas por unos aparatos cilíndricos, en los que cae una fina lluvia de agua con sulfato ferroso y sulfato manganoso disueltos, ó bien dichos cilindros están llenos de pedazos de corcho impregnados con esas soluciones, y que ofrecen al gas que los atraviesa una gran superficie de absorción. Estas llamadas *sales* absorben con avidez las impurezas gaseosas, y de aquí la eficacia de tales aparatos.

GASÓMETRO

Una vez completamente purificado el gas, pasa primero por un cilindro contador, que da la cantidad producida, cuya disposición coincide en lo esencial con la de los contadores de gas ordinarios, y desde él pasa á acumularse en el gasómetro, que consiste en uno ó varios tambores cilíndricos ó paralelepipédicos de gran diámetro, construídos de palastro, los cuales se introducen por su parte inferior abierta en el agua, con lo cual queda interceptada la comunicación con el exterior. Aparte de su acumulación, el gasómetro tiene también el objeto de ejercer sobre el gas una presión, por medio de la que pueda hacérsele recorrer la cañería; y como su posición permite reconocer á cada instante la cantidad de gas contenida, debe también regularizar la presión con que dicho gas es suministrado á los mecheros. Pero esta presión no actúa sólo en dirección hacia los mecheros, sino también en dirección á las retortas, aumentándose con la resistencia que encuentra el gas á su salida á las alargaderas á través del depósito de brea y á su paso por los purificadores. La consideración de esta circunstancia es del mayor interés, pues hace necesario un cierre muy cuidadoso de las retortas mismas y una buena graduación del fuego, con objeto de que el gas adquiera bastante presión en su interior y no permanezca demasiado tiempo expuesto á las temperaturas más elevadas, descomponiéndose así en productos que no son los que se buscan, y constituyen, por tanto, una pérdida. En las grandes fábricas de gas se hace hoy uso generalmente de unos *aspiradores* ó *exhaustores* de doble acción, puestos en movimiento por un motor. Su construcción es sencilla, produciéndose la aspiración, bien por medio de émbolos, bien por medio de ruedas como las de los ventiladores. Se les intercala entre el horno y los aparatos de purificación, extrayendo el gas por una parte de la retorta, é impeliéndolo por la otra hacia los aparatos purificadores. Sus ventajas consisten en evitar los per-

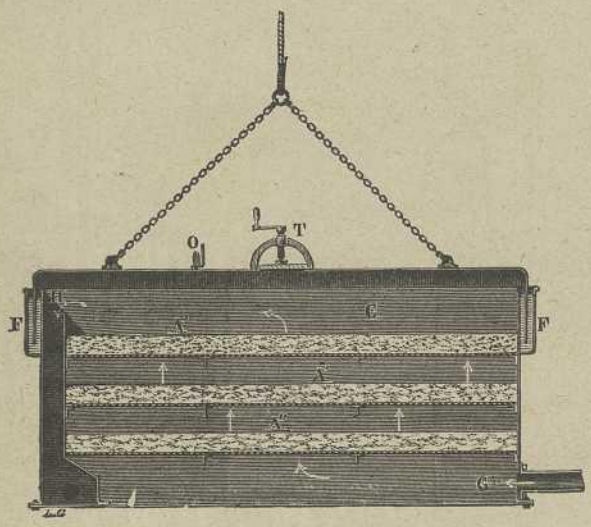


FIG. 233.—Purificador.

juicios ocasionados por una permanencia prolongada del gas en las retortas, y son, sobre todo, indispensables cuando se emplean retortas de arcilla, pues en cuanto el gas adquiere en ellas alguna tensión, atraviesa las paredes porosas y se pierde en gran cantidad. Además, se suele intercalar también un regulador especial de la presión en el punto en que el gas penetra en los tubos de canalización, con objeto de evitar la presión innecesaria en el interior del aparato de preparación.

El gasómetro se halla suspendido por cadenas, que llevan contrapesos, cuyo valor está calculado de modo que la presión sobre el gas restante sea siempre la que se desea. La fig. 234 permite comprender el principio en que se funda la disposición de un gasómetro: *1* es la vasija en forma de campana, que puede moverse á lo largo de los conductores ó columnas mediante las poleas *6 6; 2* son apuntalamientos interiores de la cubierta de la campana y de su techumbre; *3* es el agua en que el gasómetro se sumerge; *4* el tubo de conducción, y *5* el de salida del gas.

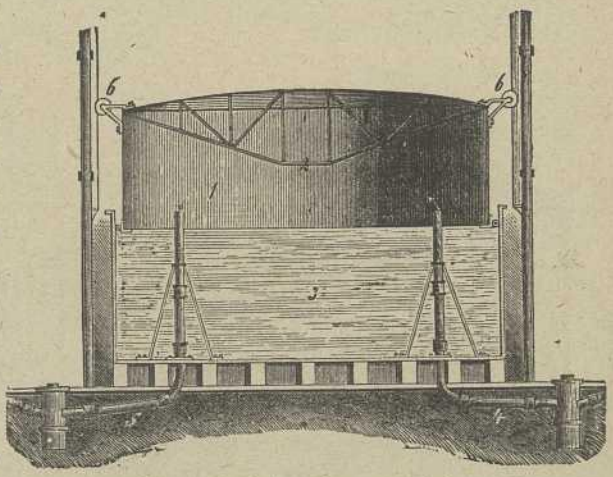


FIG. 234.—Gasómetro en corte vertical.

Cuanto más se aligeran los contrapesos de la campana, tanto mayor parte del peso de ella gravita sobre el gas situado en su interior, y lo mismo sobre el agua, que está debajo. Esta última cede á la presión, y asciende por la parte externa al depósito de gas. La diferencia de nivel entre ambas superficies sirve para determinar el valor de la presión, y así se dice que ésta es de una y media ó dos pulgadas, etc. Para mantener uniforme en lo posible el flujo de gas en la cañería, en medio de los cambios de presión producidos en el gasómetro, hay un regulador que compensa la influencia de estos cambios, y que consiste en una válvula esférica que, cuando la presión aumenta, se adapta mejor á su orificio; y cuando disminuye, se abre más. Sin embargo, siempre se experimentan por los consumidores oscilaciones notables en la presión, por efecto de los cambios en el consumo durante las horas de la noche.

Para no tener que hacer tan hondo el pozo de agua, los gasómetros de grandes dimensiones se construyen con varios tubos, que enchufan unos en otros, como los de un anteojo, llamándose á estos gasómetros telescópicos. En los llamados gasómetros de Pawel, que pueden verse en la gran fábrica de gas de *La Villette*, en París (fig. 235), la entrada y la salida del gas tie-

nen lugar por la parte superior del gasómetro, á través de tubos acodados que se ven á derecha é izquierda respectivamente.

La conducción del gas se efectúa por medio de tubos de hierro. Se ha propuesto é intentado la adopción de tubos de barro cocido, vidrio, madera, impregnados con brea, etc., etc.; pero siempre se ha vuelto á recurrir á los de hierro, como los mejores. A veces se los protege también por medio de una capa de cinc. Como el gas del alumbrado es más ligero que el aire atmosférico que actúa por la boca del horno en que se obtiene, suele darse al sistema de tubos

FIG. 235.—Los doce gasómetros de la fábrica de gas de *La Villette*, en París.

de conducción una pendiente de seis á diez centímetros por cada 100 metros de longitud. Estos tubos no deben estar al descubierto, sino á una profundidad tal que no pueda alcanzarles conmoción alguna, para lo cual se los apoya sobre piedra cuando el suelo es movedizo. La unión de unos con otros se practica por soldadura, ó bien por enchufado con goma; pero en el último caso, debe revestirse con cemento hidráulico para protegerla contra la humedad del suelo. Por otra parte, conviene también que los tubos estén á bastante profundidad bajo el suelo, con objeto de que los fríos bruscos del invierno no den lugar á que se condensen en su interior ciertos hidrocarburos que siempre acompañan al gas, ó que pueden originarse por un desdoblamiento de esta temperatura baja, obstruyendo la cañería. El hecho es que, después de purifi-

car con el mayor cuidado el gas por medio de condensadores, casi siempre se condensan en la tubería pequeñas cantidades de productos líquidos, algunos acuosos, que ofrecen un pequeño obstáculo al movimiento del gas. Para evitar las consecuencias de este depósito, es muy conveniente dar á todo el sistema de tubos una posición ligeramente inclinada, pues así fluyen dichos líquidos hacia el punto más bajo, donde puede ponerse un recipiente para su acumulación, y que se vacíe de tiempo en tiempo.

EL CONTADOR

Antes de que el gas llegue á los consumidores para su uso, tiene que pasar por unos aparatos muy ingeniosos que miden la cantidad que los atraviesa, dejando registrada dicha cantidad de manera que á cualquier hora señale cuál ha sido el consumo de la llama ó llamas alimentadas por el aparato desde la última vez que se registró. En forma más usual de estos contadores, inventados por Clegg, el conocido fabricante de gas, es la que muestra la fig. 236, y que consiste en un tambor de hierro cerrado, 7, en cuyo interior se halla otro tambor giratorio, alrededor de su eje 5, 6. Este último se halla dividido en cuatro cámaras, 1, 2, 3 y 4, por medio de otros tantos tabiques curvos, cuyas cámaras tienen orificios, tanto en el centro del tambor, donde penetra el gas por un tubo, como en la periferia del mismo. Todo el aparato está lleno de agua hasta poco más de la mitad. A impulsos del gas que penetra en las cámaras, el tambor interior entra en rotación; mediante el cierre que el agua ocasiona, el gas sólo puede penetrar en una de las cámaras, y al llenar ésta, que se hallaba dentro del agua, tiende á ascender, resultando de aquí que vayan llenándose sucesivamente de gas una tras otra. Cuando estas cámaras llenas de gas vuelven á penetrar en el líquido, el gas que contenían se escapa por el vértice del aparato, donde se halla el tubo de salida. Ahora bien; conocida la capacidad de las cámaras, y por consiguiente la cantidad de gas que pasa por ellas á cada vuelta del tambor, no queda más que contar el número de vueltas, y esto lo hace un mecanismo contador puesto en movimiento por el eje del tambor, y que marca sobre dos ó tres esferas las décimas y centésimas de metro cúbico de gas consumido. Frecuentemente la disposición es tal, que el círculo contador gira él mismo detrás de una tapadera que tiene una abertura, por la

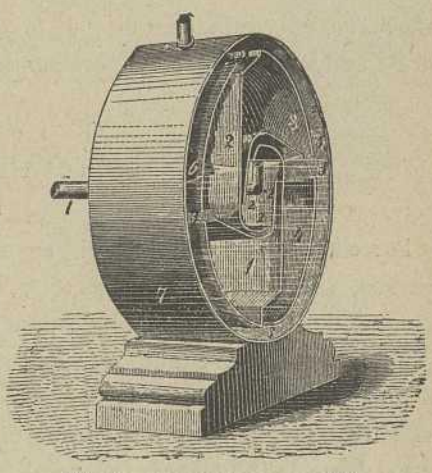


FIG. 236.—Contador de gas en sección.

cual pasa á cada momento y puede leerse la cifra que expresa la cantidad de gas. El cambio de unas á otras cifras no se produce en este caso gradualmente, sino por sacudidas. Uno de los inconvenientes anexos á los contadores de gas, aparte de que el agua que contienen puede congelarse cuando la temperatura es bastante fría, es el de que el nivel del agua varía continuamente por la evaporación y el arrastre mecánico de sus partículas, determinado por la corriente gaseosa. Y como cuanto más bajo está el nivel, mayor es la capacidad que corresponde á las cámaras, resulta que la cantidad de gas que atraviesa el aparato por cada vuelta es mayor de lo que se había calculado; si, por el contrario, se añadiera agua, excediendo el nivel primitivo, la medida resultaría perjudicial á los consumidores. Debe, pues, existir en todo contador una disposición que permita apreciar el nivel del agua y rectificarlo, lo que suele hacerse cada dos ó cuatro semanas. En lugar del agua es muy conveniente, para llenar los contadores de gas, la glicerina, pues este líquido no tiene peligro de congelarse, ni se evapora tampoco á las temperaturas ordinarias.

LOS MECHEROS

Por ellos sale, finalmente, el gas al aire libre para quemarse, y son muy diversos, según las exigencias que está destinada á llenar la llama, habiéndose practicado multitud de investigaciones y modificaciones, tanto en cuanto al material, como en cuanto á la forma de esta parte del aparato de alumbrado por gas. Los mecheros de latón y otros metales, aunque muy usuales, no son, sin embargo, los más duraderos, pues con el tiempo se queman y se hacen demasiado anchos los orificios de salida del gas, que tienen que ser muy pequeños. De aquí que se haya intentado emplear otros materiales, como porcelana, lava, esteatita, etc., y estos últimos particularmente han dado muy buenos resultados en cuanto á la duración. Las formas más comunes de mecheros son las siguientes: Primero: el mechero simple circular, en el que el gas sale por un solo orificio redondo. La llama es en este caso pequeña y débil, pudiendo sólo servir para dar la iluminación precisa á una escalera ó espacio semejante. Segundo: el mechero en forma de cola de pescado, en el que el gas sale por dos canales, que en la parte superior se inclinan uno hacia otro, bajo un ángulo de 90 á 100°, de modo que los dos surtidores de gas chocan entre sí en estas direcciones, de lo que resulta que la llama se extiende en forma de una hoja delgada. Este mechero es propio para vestíbulos, grandes escaleras, despachos, etc. Tercero: el mechero en forma de abanico, que da una llama semejante á la anterior; en él el canal de gas termina en un botón hueco, en cuya parte superior penetra hasta el centro un corte muy estrecho, por donde sale el gas, dando una llama en forma de abanico; se presta para el alumbrado

de las calles y de grandes habitaciones donde hay tiro de aire. Cuarto: el mechero de Argand (fig. 237), que es una imitación del de la lámpara de aceite del mismo autor; sus orificios se hallan en un círculo, y la llama es bañada por el aire, tanto al interior como al exterior. Es la forma más adecuada para las viviendas, y utiliza el gas mejor que ninguna otra, toda vez que la combustión es en este mechero más completa; exige, sin embargo, siempre un tubo de vidrio.

FIG. 237.—Mechero de gas de Argand.

Los mecheros económicos se fundan en la idea de dar salida al gas bajo menor presión y por mayores orificios. Para conseguir esto existe inmediatamente sobre el tubo de conducción un diafragma, ó especie de filtro plano, que consiste en una lámina con orificios muy estrechos, por la cual sale el gas al mechero propiamente dicho, que tiene una abertura mayor que la ordinaria, por la que se ofrece á la combustión con la débil presión que resulta del retraso experimentado en la velocidad de salida del gas al atravesar los orificios capilares del filtro. Estos mecheros económicos están representados en las figuras 238 y 239; *C* es el orificio correspondiente á la parte del tubo de conducción. En la parte *M*, de latón, el gas experimenta la pérdida de velocidad, y *K* es el verdadero mechero de esteatita.

Creemos oportuno hacer aquí mención del aparato inventado por el profesor Klinkerfues, de Göttingen, del cual se ha hablado mucho, y por cuyo medio se consigue inflamar todos los mecheros provistos de dicho aparato, de un golpe, ó bien en un tiempo inapreciable. Es tan ingeniosa la manera de realizar esta idea con el aparato de Klinkerfues, que nuestros lectores nos agradecerán, sin duda, que le consagremos algunas líneas.

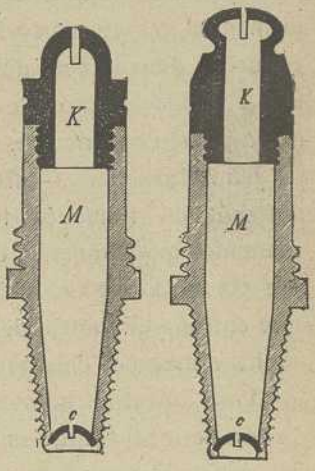


FIG. 238. FIG. 239.
Mecheros económicos de gas.

Sabemos que la corriente eléctrica, al atravesar un hilo metálico, puede calentarlo hasta ponerlo incandescente; de este hecho hace aplicación el citado profesor en su aparato, al que ha dado diferentes formas; pero es común á todas el que cada mechero se halle provisto de un pequeño elemento galvánico, cuyo circuito está ordinariamente interrumpido, y sólo se cierra en el momento en que quiere prenderse fuego á la llama, originándose entonces la corriente. La fuerza mecánica encargada de cerrar el circuito es la presión del gas mismo,

cuyos cambios se propagan desde el gasómetro con tal rapidez y en tan corto tiempo, que casi puede decirse que alcanzan simultáneamente á todos los mecheros. Nos fijaremos con preferencia en una disposición, llamada por Klinkerfues inflamador de gas hidrostático-galvánico, y que ha sido ideada especialmente para su aplicación al alumbrado de gas. Como ya indica su nombre, el cierre del mechero se obtiene en este sistema por un medio hidrostático, de tal manera que el tubo de conducción se abre bajo una campana invertida, y cuya parte inferior, abierta, está sumergida en agua. El gas no puede salir de esta campana sino cuando su presión se hace mayor que la de la columna líquida de desnivel que se opone á ello en el exterior. Durante el día, cuando estas llamas no deben arder, se da en el gasómetro una presión bastante pequeña para que el gas no pueda vencer el cierre hidrostático, mientras que al llegar la noche se aumenta la presión, hasta que el gas pueda abrirse paso á través de este sistema de obturación. En este momento comienza á salir el gas por el mechero, pero al mismo tiempo queda también cerrado el circuito del pequeño elemento galvánico, el hilo de platino se pone incandescente, y el gas se inflama, ocurriendo todo en menos tiempo del que se tarda en decirlo. Mientras se quiere que siga brillando la llama, es necesario, naturalmente, que se mantenga el exceso de presión en el gasómetro; pues en cuanto la columna líquida exterior vence á la presión del gas en la campana, queda interceptado el paso al mechero, y la luz se apaga. La aplicación de este mecanismo exige como condición la igualdad de presión en el obturador de todos los mecheros, cuya condición no deja de ofrecer dificultades en la práctica; también es algo incómodo el sostenimiento en actividad de los elementos galvánicos correspondientes á cada uno de los mecheros; pero estas pequeñas dificultades, que pueden obviarse de diversos modos por la industria, en nada afectan á lo ingenioso del invento, que por otra parte apenas se ha puesto en práctica.

Jein, Mazkenzie, Gaiffe, Lissajoux, etc., han construído otros inflamadores automáticos, fundados todos en la electricidad; también hay inflamadores manuales que contienen elementos eléctricos y que ponen en combustión el gas por medio de una chispa de inducción, con los cuales se evita el peligro que entraña el manejo del alcohol, al que se atribuye el horroroso incendio de los almacenes del *Printemps*, en París.

Para aumentar la intensidad de la llama del gas se ha intentado hacer aplicación de medios muy diversos. Un hilo de platino doblado en forma de U invertida, ó sea así ⊓, introducido en la llama de modo que la rama horizontal quede envuelta por ésta, entra en incandescencia é irradia una luz muy viva, permitiendo cierta economía en el consumo de gas. Es más; Gillard ha llegado á no quemar gas del alumbrado, sino producir una mezcla gaseosa por el procedimientos ya citado de hacer pasar una corriente de vapor de agua

sobre carbón incandescente, y después de privar á la mezcla del ácido carbónico, con lo cual quedaba constituída por hidrógeno en un 90 por 1000, prendía fuego á este gas en mecheros de Argand con orificios muy finos, y ponía incandescente por el calor de la llama una red de hilo delgado de platino, que adquiría un poder luminoso considerable. Este sistema de iluminación tiene mucho de común con el de la luz Drummond, que desde su aparición ha llamado mucho la atención del público, y que consiste en la sustitución del hilo de platino por pequeños cilindros de cal viva. En lugar del platino y de la cal se han anunciado también en los periódicos otras sustancias, como la magnesia ó la zircona (más cara todavía que la anterior, y propuesta por Tessié du Motay), sin que pueda considerarse hasta hoy como resuelto el problema desde el punto de vista práctico.

Tampoco ha alcanzado gran importancia la introducción del oxígeno puro como medio comburente. Se sabía ya desde hace tiempo que á toda combustión en el oxígeno puro acompaña un desprendimiento de calor y luz mucho más intenso que la combustión en el aire ordinario, en el que el oxígeno se halla diluído en un volumen cuatro veces mayor de nitrógeno. Sin embargo, no podía hacerse aplicación alguna de este hecho al alumbrado, en tanto que no se conociera algún procedimiento por el que fuera posible obtener cantidades suficientes de oxígeno, y á precio bastante económico. Pero cuando se descubrió que el cloruro cuproso, obtenido por la acción del calor sobre el cloruro cúprico, tenía la propiedad de absorber el oxígeno del aire, desprendiéndolo de nuevo al calentarse, se tuvo ya un medio cómodo y barato de preparación de oxígeno utilizable para los fines del alumbrado. Esta capacidad del cloruro cuproso es tan elevada, que 50 kilogramos de sal, manejada de un modo apropiado, pueden dar sobre metro y medio cúbico de oxígeno puro; y como su poder absorbente queda restablecido en cuanto se ha desprendido el oxígeno, pueden utilizarse las mismas cantidades de cloruro cuproso para producir cantidades sucesivas de oxígeno en intervalos muy pequeños de tiempo. El ya citado alumbrado por el gas oxhídrico, propuesto por Tessié du Motay, se funda en otro método de preparación de oxígeno. Pero el empleo del oxígeno para la combustión de cuerpos carbonosos que den origen á una llama luminosa se ha perfeccionado, especialmente por el doctor Philipps, que ha dado al método el nombre de alumbrado carboxhídrico, el cual consiste principalmente en quemar, en lámparas construídas exprofeso, y mediante una corriente de oxígeno puro, un hidrocarburo volátil y muy rico en carbono, llamado carbolina. La llama que se obtiene así posee sin duda un extraordinario poder luminoso; pero los progresos de la electricidad por una parte, y por otra también los de la construcción de mecheros para el gas del alumbrado, han producido manantiales de luz tan intensos, que este invento, nacido con grandes esperanzas de éxito, ha quedado asimismo relegado á un lugar secundario. Entre

los mecheros para gas á que antes nos hemos referido, merecen mencionarse particularmente los llamados mecheros regeneradores, inventados por Siemens.

Siemens había realizado ya un progreso importante con su mechero estrellado (fig. 240). En él llega el gas, antes de quemarse, á un espacio hueco ensanchado, *k*, en donde se distribuye por un número bastante grande de tubitos metálicos verticales y muy estrechos, *r r*. Sobre el extremo superior abierto de estos tubitos se hallan las puntas dirigidas hacia abajo de un peine metálico, *n*, existiendo otro peine, *n'*, cuyas puntas están dirigidas hacia afuera, y que se adapta á rosca. Al chocar el gas del alumbrado contra estos obstáculos, se divide en filetes sueltos, que se mezclan por capas con el aire atmosférico, el cual penetra por la parte inferior de un espacio hueco que rodea á los tubos á través de rendijas. En virtud de esta disposición, la superficie de contacto del aire atmosférico con el gas del alumbrado aumenta extraordinariamente; la combustión es más activa, y la llama, por tanto, mucho más luminosa que con los mecheros ordinarios.

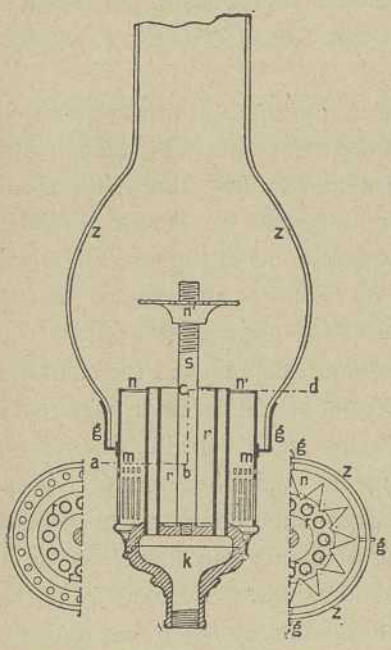


FIG. 240 —Mechero estrellado, de Siemens.

Pero el inventor excedió todavía las ventajas de este mechero estrellado, aplicando después á las llamas de gas el mismo principio en que se fundaba su horno regenerador, ó sea calentar previamente, tanto el gas como el aire atmosférico que penetran en el mechero por medio del calor producido en la llama misma, de modo que al producirse entre ambos la combustión á una temperatura ya elevada, resulte de ella un desarrollo de luz más intenso. La manera de realizar este objeto se comprende por la figura 241. En ella, el tubo 1,1 es el que conduce el gas del alumbrado á los mecheros *a a*. Estos se hallan encerrados en el globo de vidrio *A A*, de manera que los gases que resultan de la combustión se ven obligados á desaparecer en la dirección de las flechas por los tubos intermedios 2,2, que rodean al de conducción del gas, siendo conducidos al canal ventilador de la chimenea *B*. El aire necesario para la combustión penetra del exterior en los tubos 3,3 que rodean á los 2,2, á través de orificios que existen en la parte superior de los primeros. Las tres series de tubos 1, 2 y 3 están rellenas de telas metálicas que absorben el calor desprendido por los gases de la combustión ascendentes por los tubos 2, y lo transmiten, como buenas conductoras que son, al gas del alumbrado y al aire atmosférico, que descienden por los tubos 1 y 3 respectivamente. Se com-

prende por esta descripción la gran ventaja que estos mecheros han de ofrecer, desde el punto de vista de la ventilación, en las habitaciones cerradas, pues por una parte no se mezclan los gases que resultan de la combustión con el aire contenido en la estancia, y por otra la aspiración de este último determina en el recinto un vacío que tiene que llenarse por el aire fresco exterior.

Ahora bien; estos mecheros regeneradores de Siemens se construyen en formas muy diversas. Según los últimos perfeccionamientos, debidos también á Siemens, desaparecen los pulverizadores del aire, que tomándolos de los mecheros estrellados se habían aplicado á los regeneradores, y en su lugar se introducen láminas de porcelana que dan estabilidad y fijeza á la llama. Con esto se obtienen llamas más anchas y más bajas, tales como se representa en la fig. 242. El gas del alumbrado penetra primeramente en la cámara *g*, que se prolonga en la parte superior por un anillo hueco, en cuya superficie se abren los tubitos *c c* verticales, y formando círculo, cuando no se quema el gas en los orificios mismos del anillo, como sucede con las clases de gas más densas, en que esta disposición es más conveniente. El aire atmosférico destinado á la combustión penetra en el regenerador *f*, que es un espacio hueco concéntrico con el *g*, recorriéndolo de abajo á arriba, y saliendo de él por encima de las bocas superiores de los tubitos *c*. Aquí es donde tiene lugar la combustión; la llama es obligada á ensancharse lateralmente por el molde ó anillo *i*, de metal ó porcelana, y después atraída hacia el interior por la aspiración de la chimenea, á la cual van á parar los gases por los tubos *s* y *q*, describiendo aquélla un gran arco alrededor del molde. Por la parte exterior de los mecheros *c* hay otro espacio hueco, *m*, que conduce una corriente de aire concéntrica con la interna, y que termina en *a* por otra pieza circular destinada á limitar la llama. Con esto se consigue el doble objeto de aumentar el acceso de aire caliente, y, por consecuencia, la acción regeneradora del mechero, al mismo tiempo que se mantiene relativamente fresca la superficie exterior del mechero. Existen otras formas de moldes para las llamas, según los fines especiales á que están destinadas.

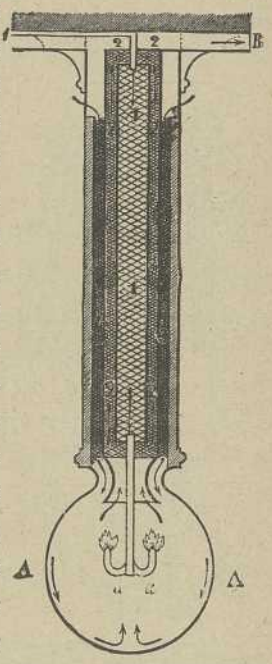


FIG. 241.—Mechero regenerador de Siemens.

En cuanto á su manera de obrar, estos mecheros regeneradores dan resultados inverosímiles, de los cuales apenas podrán formarse idea nuestros lectores, aunque les digamos que uno sólo de estos mecheros puede producir una intensidad luminosa de 600 á 900 bujías normales, habiendo construído Siemens alguno equivalente á 1.600 bujías, pues el poder luminoso de una

bujía normal no es una de estas unidades cuyo valor se pueda concebir inmediatamente; sin embargo, no dejarán de atraer su atención dichos mecheros cuando los vean hacer competencia á la luz eléctrica, y en condiciones no desfavorables.

GAS DE MADERA, TURBA, ETC.

Si hasta ahora no hemos hablado más que del gas extraído de la hulla, es porque de él se obtiene la inmensa mayoría del gas consumido; sin embargo, se emplean también con el mismo objeto otras sustancias, como lignito, madera, turba, aceites y grasas las más diversas, resinas, y hasta las aguas jabonosas que se obtienen como residuo en las fábricas de tejidos, habiendo dado en ocasiones resultados tan satisfactorios, que parece natural concederles también aquí algunos renglones.

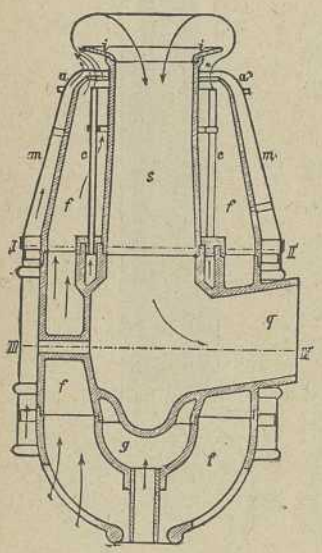


FIG. 242.—Mechero regenerador de Siemens, con molde de porcelana para la llama.

El lignito común, así como la turba, no son susceptibles de explotación en este sentido, sino en el punto mismo donde se extraen, pues su transporte á una distancia considerable entrañaría un gasto tan grande por efecto de su volumen, que no podría sostener la competencia con la hulla. Lo mismo puede decirse de la madera; pero no es posible tampoco dar ninguna regla general sobre los casos en que deberá concederse la preferencia á estas sustancias para la preparación del gas del alumbrado, y cuándo no; únicamente diremos que será oportuno pensar en ellas en sustitución de la hulla, siempre que se ofrezcan baratas y al mismo tiempo se presten al objeto.

La madera presenta algunas ventajas; el gas fabricado con ella tiene mucho poder luminoso, y además el tiempo necesario para su completa descomposición es muy corto; una retorta puede dar todo su producto en una á dos horas, mientras que con la hulla se exigen de cinco á siete para agotar por completo la carga. Puede, pues, prepararse más gas en menos tiempo, sin que por esto haya necesidad de grandes hogares, gasómetros, etc. Además, pueden muy bien aprovecharse los productos de la destilación, como brea, vinagre de madera, etc. El perfeccionamiento de la obtención del gas de la madera se debe principalmente á Pettenkofer, de Munich, y con arreglo á sus instrucciones y á las de Riedingers, se fundaron fábricas de gas obtenido

de la madera en la estación del ferrocarril de Munich, en Augsburgo y en otras varias ciudades bávaras, y también en Coburgo, Gotha, etc. La labor es en ellas casi exactamente la misma que en las fábricas de gas de hulla. El modo de purificación es, sin embargo, más sencillo, pues en este caso es menor el número de las impurezas, y precisamente faltan las que peores consecuencias producen en las propiedades del combustible, como son el hidrógeno sulfurado y el gas sulfuroso; esto no quiere decir que no existan en el gas obtenido de la madera ó de la turba productos secundarios, cuyo penetrante olor diera resultados muy desagradables, si no se sometiera cuidadosamente el gas á una purificación apropiada.

Tampoco cambian, en general, las condiciones de la fabricación del gas cuando, en lugar de la madera, se someten á la destilación aceites, grasas y resinas; sólo que en este caso, y en general cuando se trata de cuerpos que pueden volatilizarse por la acción del calor, hay que seguir un procedimiento algo diferente para introducir las sustancias en la retorta, pues como por su ebullición suelen producirse entumecimiento y proyección de la masa, habría gran peligro en estos accidentes si se llenara desde luego la retorta con tales cuerpos; de aquí que cuando se emplea la grasa ó resina, se fundan estas materias fuera de la retorta y se conduzcan en estado líquido, en forma de un filete continuo y delgado á través de la tapadera del aparato de descomposición hasta el fondo de éste, donde se ha extendido previamente cok, el cual absorbe el líquido, y en virtud de la gran superficie de calefacción que ofrece, permite una descomposición rápida y adecuada. Se consigue con esto la gran ventaja de que, como la cantidad de cok no aumenta sensiblemente por el depósito de residuo alguno de la grasa, las retortas pueden mantenerse largo tiempo en continua actividad.

Hemos indicado antes que los líquidos que quedan como residuo en las fábricas de tejidos de lana podían aprovecharse para producir gas del alumbrado por la grasa que contiene, y que en parte procede del jabón empleado en su loción, y en parte de la grasa desprendida por la misma lana. Para este objeto se añade ácido sulfúrico á las expresadas aguas, recogidas en grandes cubas, y se agita bien la mezcla. Los ácidos grasos se separan de sus combinaciones solubles, conforme ya hemos aprendido en el capítulo de la jabonería, y se reunen en la superficie en forma de una espuma blanca, que no hay más que fundir para separar de ella el agua interpuesta. Se obtiene así un aceite que puede saponificarse de nuevo con la sosa, mientras que el residuo que queda en la purificación de este aceite es también una materia utilizable en la preparación de gas del alumbrado. Generalmente se somete, sin embargo, á la destilación seca toda la masa grasa separada de las aguas primitivas, sin necesidad de purificación alguna.

Entre los aparatos que sirven para la generación de gas con las primeras

materias antes citadas, el más conveniente es, sin duda, el construído por el doctor Hirzel, en Leipzig. En América se habían hecho tentativas, desde 1862, para obtener gas del alumbrado con el petróleo; pero estas tentativas tuvieron un resultado poco feliz, por emplear exclusivamente el petróleo bruto. Más tarde se manifestó como un material mucho mejor el residuo obtenido por el refinado del petróleo, y precisamente para el aprovechamiento de este residuo es para lo que Hirzel ideó su aparato. Con ayuda de él puede obtenerse un gas de composición constante, y que no está simplemente constituído por los vapores de petróleo, que se condensan de nuevo por un descenso de temperatura ó una gran presión, sino que su naturaleza corresponde por completo á la de uno de los carburos de hidrógeno gaseosos conocidos. Este gas, preparado con los residuos del petróleo y condensado por una presión de ocho atmósferas, fué transportado en Marzo de 1867 en un cilindro de cobre, desde Leipzig hasta Moscou, y dió en este último punto, cuatro semanas después de enviado, una llama tan hermosa como cuando se acaba de preparar. La materia primera, ó sea el residuo de la refinación del petróleo, es una sustancia mantecosa á una temperatura baja, pero que de 25 á 30° adquiere el aspecto de un aceite espeso casi opaco, y de color verde oscuro ó pardo, mirado por reflexión. Las mejores clases de esta materia contienen todos los aceites pesados existentes en el petrólco bruto; pero en América se exportan también grandes cantidades del mismo residuo, que tiene un aspecto semejante al de la pez y un color casi completamente negro, cuyo valor es muy escaso. El llamado *aceite azul* ó *verde*, extraído del petróleo de Galizia, es también de muy buen uso para la preparación de gas en el aparato de Hirzel, y lo mismo puede decirse del llamado *aceite de parafina*, extraído de la brea de lignito y de todos los residuos de grasas vegetales y animales, siempre que hayan sido purificadas tan sólo lo necesario para que á la temperatura ordinaria, ó mediante el calor, formen un líquido homogéneo.

La disposición del aparato (fig. 243) es tal, que su funcionamiento resulta de un modo casi automático. La primera materia es suministrada por el depósito *F*, que comunica por medio de un tubo de goma con un cuerpo de bomba, *G;* de modo que, al elevar el émbolo, este cuerpo de bomba se llena de aceite, procedente del depósito *F*, al cual no puede retroceder porque hay una válvula que intercepta el paso en tal sentido. El descenso del émbolo, que se produce en virtud de su propio peso ya elevado, pero que puede aumentarse por medio de pesos adicionales, *h*, obliga al líquido á pasar, en forma de un filete delgado, á la retorta *B*, mantenida incandescente al rojo, y donde se transforma inmediatamente en gas. Éste parte de la retorta por un tubo *C*, pasando primero por una alargadera ó frasco de loción, *D*, en donde deposita casi todos los vapores arrastrados por él, y mediante el cual se hace imposible el retroceso del gas desde el gasómetro á la retorta. Desde la alargadera *D*

pasa á un depurador, *E*, donde se acaba de enfriar y purificar, llegando, por último, al gasómetro *K*, construído en la forma que representa la figura, con láminas de palastro. Además de estas piezas principales, forma parte también del aparato un manómetro, *i*, para señalar la presión que existe en el interior. Para que la marcha de la operación sea regular y no penetre de una vez en la retorta incandescente demasiado aceite, originando un desprendimiento tumultuoso de gas, existe en *J* un mecanismo de relojería que regula la presión del émbolo de la bomba suspendido de un polispastos, *H*.

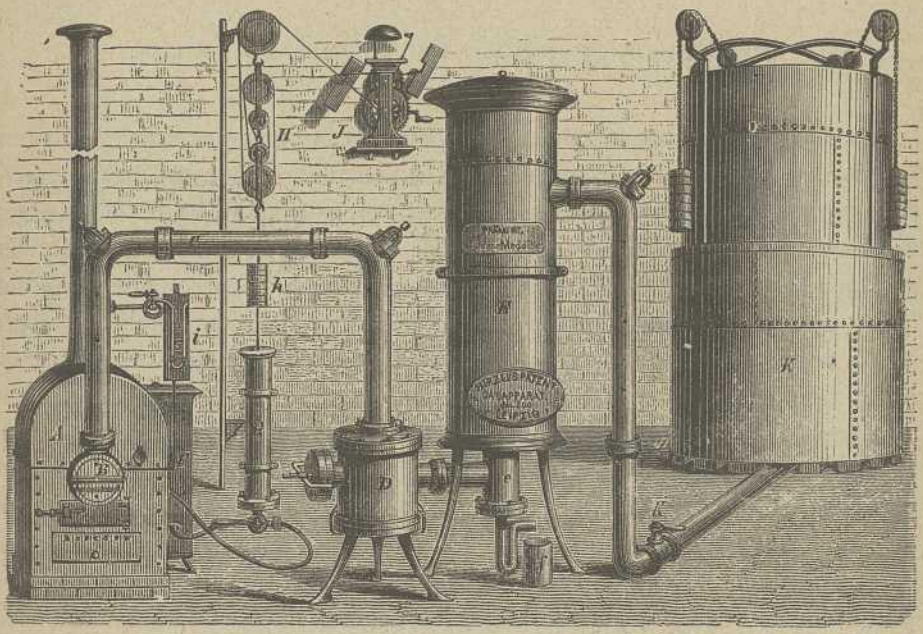


FIG. 243.—Aparato generador de gas, de Hirzel.

A este aparato generador ha reunido Hirzel un llamado *acrecentador de gas*, en el que los gases demasiado ricos en carbono se saturan de una cantidad proporcionada de hidrógeno ó de vapor, de compuestos orgánicos muy hidrogenados, como, por ejemplo, el alcohol, transformando así en una mezcla, dotada de gran poder luminoso, á los productos de la destilación que por efecto de la gran proporción de carbono que contienen sólo podrían dar un residuo de brea, hollín, pez, cok, etc.

El hidrógeno se prepara haciendo atravesar el vapor de agua por un tubo lleno de trozos de cok y de virutas de hierro arrolladas, y puesto incandescente al rojo cereza. Esta hidrogenación produce, pues, el mismo efecto que la mezcla con el óxido de carbono de las variedades de gas del alumbrado demasiado densas ó carbonosas, á que antes nos hemos referido. El gas obtenido en los aparatos de Hirzel se distingue por su gran fuerza iluminante (tri-

ple ó cuádruple de la del gas obtenido con la hulla), que permite el empleo de gasómetros relativamente pequeños y de tubos más estrechos que de ordinario; resulta, pues, que este sistema es muy beneficioso para diversos fines, y los resultados obtenidos en confirmación de ello han dado lugar á que se haga una extensa aplicación del procedimiento, así como que se hayan introducido en él multitud de mejoras. Así, por ejemplo, Drescher ha construído en Chemnitz un aparato análogo al de Hirzel, pero que difiere ya esencialmente del de éste.

IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL ALUMBRADO DE GAS

La diversidad de las sustancias utilizables en la preparación del gas podía ser ya motivo suficiente para deducir con justicia algunas consecuencias acerca de las grandes ventajas ofrecidas por este sistema de alumbrado. No hemos de hacer aquí la enumeración de todos los beneficios en comodidad y economía que resultan del alumbrado de gas en comparación con el empleo del aceite, cera y sebo para el mismo objeto. Salta á la vista que tiene que resultar un beneficio nacional de utilizar en el alumbrado sustancias que directamente no pueden servir para dicho fin, pues adquiriendo tales sustancias un aumento de estimación, crece también su precio absoluto, y por lo mismo se hace al propio tiempo más barata la luz artificial, tanto, que allí donde es posible la instalación de este sistema, la cual no exige ya hoy grandes capitales, la luz de gas es, sin duda, la más barata de todas, después de la del sol y de la luna.

Seguramente llamará la atención de nuestros lectores el que, por ejemplo, pueda ofrecer ventaja la transformación del aceite en gas y la inflamación de éste, en vez de utilizar directamente el primero; pero hay que tener en cuenta que para dicha transformación puede hacerse uso de los aceites más impuros y de peor clase, mientras que para quemarlo directamente en lámparas sólo sirve el aceite mejor refinado, y, por consiguiente, el más caro; además, en el alumbrado de gas se obtiene casi todo el efecto luminoso posible, por consecuencia de una graduación mejor en la llama y en el acceso de oxígeno, mientras que en las lámparas mejores de líquidos, el efecto útil sólo puede ascender al 40 ó 50 por 100, prescindiendo, por otra parte, de la limpieza, comodidad y economía de tiempo, que siempre dan la superioridad al alumbrado de gas.

Entre todas las clases de éste, posee el máximum poder iluminante el procedente de las grasas y resinas, que consisten casi en exclusivo en hidrocarburos, pudiéndose, por tanto, mejorar las condiciones del gas de la hulla, mejor que de ninguna otra manera, sometiendo á la destilación en las retortas mezclas de hulla con resinas ó grasas. Cada cinco kilogramos de la mezcla

empleada en la fábrica de gas de Bremen dan un metro cúbico de gas del alumbrado, cuya llama es mucho más brillante que la obtenida cuando se destila la hulla sola. Puede calcularse, por término medio, que el gas que cabe obtener de un aceite asciende á 90 ó 95 por 100 de su peso.

También el gas obtenido de la madera es superior al de la hulla en poder luminoso, guardando entre sí, en este concepto, la relación 13 : 10. Para conseguir, pues, un mismo grado de claridad, habrá que quemar:

10 pies cúbicos de gas de aceite.
28 — — de gas de madera.
25 — — de gas de hulla.
13 onzas de aceite en una lámpara de Cárcel.

Corresponden, por consiguiente, 42 gramos de aceite á 1,4 pies cúbicos de gas de aceite, ó tres pies cúbicos de gas de madera, ó á 3,66 pies cúbicos de gas de hulla; de modo que el gas de aceite daría una luz tan barata como el aceite mismo si el metro cúbico del primero costara unos cinco céntimos, mientras que para que fuera igualmente barata la luz del gas de la hulla, se necesitaría que el pie cúbico de éste costara sólo céntimo y medio.

El precio que adquiere, por término medio, el gas del alumbrado, varía en cada localidad, según el valor de los jornales, el precio que tiene la hulla y la posibilidad de aprovechar, en condiciones más ó menos ventajosas, los productos secundarios de la fabricación. En los casos más favorables, en que la importancia del consumo permite que se instalen grandes fábricas y que se introduzcan en ellas las disposiciones más convenientes, puede muy bien ofrecerse por seis pesetas 100 pies cúbicos, ó sean 32 metros cúbicos de gas del alumbrado; y aun es dado por este precio sufragar los gastos de instalación de cañerías especiales para las casas, como muestra el ejemplo de la ciudad de Berlín.

Bajo estas condiciones de baratura, se hace posible otra forma de aprovechamiento del gas, á la que probablemente espera un gran porvenir: nos referimos al empleo del gas como combustible para la calefacción en estufas y hornos, para los usos de cocina, y, sobre todo, para los usos de talleres y laboratorios. El gran poder calorífico de la llama del gas nos impresiona con frecuencia, de un modo poco agradable, en los locales donde existe un número considerable de mecheros destinados al alumbrado. Este calor depende, en su mayor parte, de la combustión del hidrógeno contenido en el gas del alumbrado. El carbono no carece por completo de influencia en la producción del calor, pues también resulta éste de su combustión; pero casi todo el de esta procedencia se invierte en producir luz y en poner incandescentes las partículas sólidas que brillan suspendidas en el interior de la llama. Esta incandescencia es indispensable para el efecto de iluminación, mientras que, por

el contrario, no tiene importancia como causa de calor, pues no sólo supone una combustión incompleta, sino que el propio estado de incandescencia no puede obtenerse sino por la absorción de una cantidad de calor. Así se comprende que, cuando queremos prescindir del brillo de la llama, conducimos la combustión de tal manera, que sea mucho más rápida, y tan completa, que el carbono apenas tenga tiempo de ponerse incandescente; y que todo el calor desprendido por la combustión, tanto del hidrógeno como del carbono contenido en el gas del alumbrado, quede libre en forma de tal calor, sin que se transforme en luz ninguna parte de él, ó al menos sólo una parte muy pequeña. La manera de conseguir esto consiste en no contentarse con el acceso de aire por la parte exterior de la llama, sino mezclar al gas con aire antes de la inflamación, de modo que todas las partículas destinadas á entrar en combinación durante ésta se encuentren ya reunidas y próximas entre sí. Lo que hay es que el gas y el aire forman una mezcla explosiva que, lo mismo que la de hidrógeno y oxígeno, puede inflamarse bruscamente y con una gran detonación, lo cual ha dado ya muchas veces ocasión á deplorables catástrofes. Esa misma mezcla es la que se aplica en los motores de gas, y su fuerza explosiva varía según la composición ó proporción relativa en que entran en ella el aire y el gas.

De aquí que para utilizar como medio de calefacción dicha mezcla de gas del alumbrado y aire atmosférico (de los que el último debe entrar en proporción de 40 por 100 cuando se emplea el gas de la hulla), haya que recurrir á un aparato, en el que, aunque mezclados íntimamente los dos componentes antes de llegar al mechero, no pueda tener lugar la explosión de la mezcla. En 1847 fueron ya propuestos por Hugneny, en Strasburgo, aparatos de calefacción para el empleo del gas del alumbrado; Ossian Henry quiso introducir en 1850 la calefacción por medio del hidrógeno; pero estas tentativas tuvieron escaso resultado. El primero que consiguió alguno con su aparato de calefacción por gas, fundado en el principio de la lámpara de seguridad de Davy, fué el técnico de Berlín Elsner, que dió á la cuestión una forma práctica, y obtuvo gran éxito con sus elegantes estufas, hornillos de gas, etc. Después se han modificado y perfeccionado de mil modos los aparatos por Bunsen, Desaga, Schwarz y otros varios. Elsner conducía el tubo de gas á una vasija metálica, que tenía aspecto parecido al de un florero invertido. En el borde inferior de ella existía una serie de orificios que podían cerrarse más ó menos completamente por medio de una pieza anular, provista también de orificios. En la parte superior estaba cerrada la vasija por medio de una espesa tela metálica de cobre. Abriendo la llave del gas, se mezclaba éste con el aire en el interior de la campana, saliendo, en virtud de su ligereza, por las mallas de la red, mientras que por los orificios de la parte inferior penetraban nuevas cantidades de aire. Inflamada la mezcla por encima de la tela metálica, ardía

con una llama azul pálida muy poco luminosa, pero de gran poder calorífico, y que podía recibir utilísimas aplicaciones, no sólo para los fines de la vida común, sino también para multitud de operaciones industriales. Desde luego se comprende que estos manantiales de calor, que podían ponerse en actividad en un momento cualquiera, habían de proporcionar una gran economía de tiempo y de la materia combustible que generalmente se invierte en encender el fuego; pero además se hacía tan fácil la graduación del poder calorífico de estas llamas, que ardían con tanta limpieza y que se encendían ó apagaban en un instante, que el aprovechamiento del combustible alcanzaba en ellas una proporción centesimal extraordinariamente superior á la que corresponde á cualquier otro combustible.

Como quiera que este asunto pertenece más bien al capítulo de la calefacción, nos abstenemos de continuar ocupándonos de él, para hacerlo á su tiempo.

GAS COMPRIMIDO, Ó Á ALTA PRESIÓN

Lo costoso de la conducción por tuberías ha despertado desde un principio la idea de enviar el gas desde la fábrica á las casas de los consumidores en vasijas cerradas, poniendo luego estos cilindros en comunicación directa con los mecheros, ó bien vaciando su contenido en pequeños gasómetros de uso particular. Pero las tentativas hechas para llevar á la práctica esta idea han sido siempre poco afortunadas, siendo hoy menos oportuno que nunca el pensar en la solución de semejante problema, puesto que se consigue montar fábricas especiales de gas que dan un resultado beneficioso aun para un pequeño número de llamas. Sin embargo, el empleo del gas comprimido ha adquirido recientemente cierta importancia para el alumbrado de las líneas férreas.

En un principio se intentó suministrar el gas á los consumidores á la presión ordinaria; pero esto tenía el inconveniente de que las vasijas de transporte adquirían dimensiones que las hacían, no sólo incómodas, sino también muy caras. La disposición de los gasómetros, especialmente, ofrecía también dificultades, y pronto se pensó en comprimir el gas, pudiendo así manejar mayores cantidades en espacios mucho más pequeños. La empresa más importante de este género fué, sin duda, la establecida en París en la calle de Charonne, y que sumistraba gas del alumbrado á un círculo bastante extenso de abonados. El gas se obtenía del carbón escocés dicho *boghead*, cuyo producto tenía un poder luminoso, cuádruple que el del gas ordinario de la hulla. Este gas era condensado en los cilindros de transporte á una presión de once atmósferas, por medio de una bomba de compresión, con lo que se hacía posible enviar á

cada casa la cantidad necesaria para su consumo, en vasijas de un volumen relativamente poco considerable. En la fig. 244 representamos un carruaje de transporte como los empleados en París. Estaban éstos cerrados por paredes suficientemente fuertes para poder resistir á la explosión de un cilindro, caso de que ésta tuviera lugar. El interior estaba dispuesto para recibir nueve de estos cilindros, formados de gruesas planchas de cobre, y que se colocaban en tres pisos de á tres cilindros, pudiéndose así repartir en cada viaje una canti-

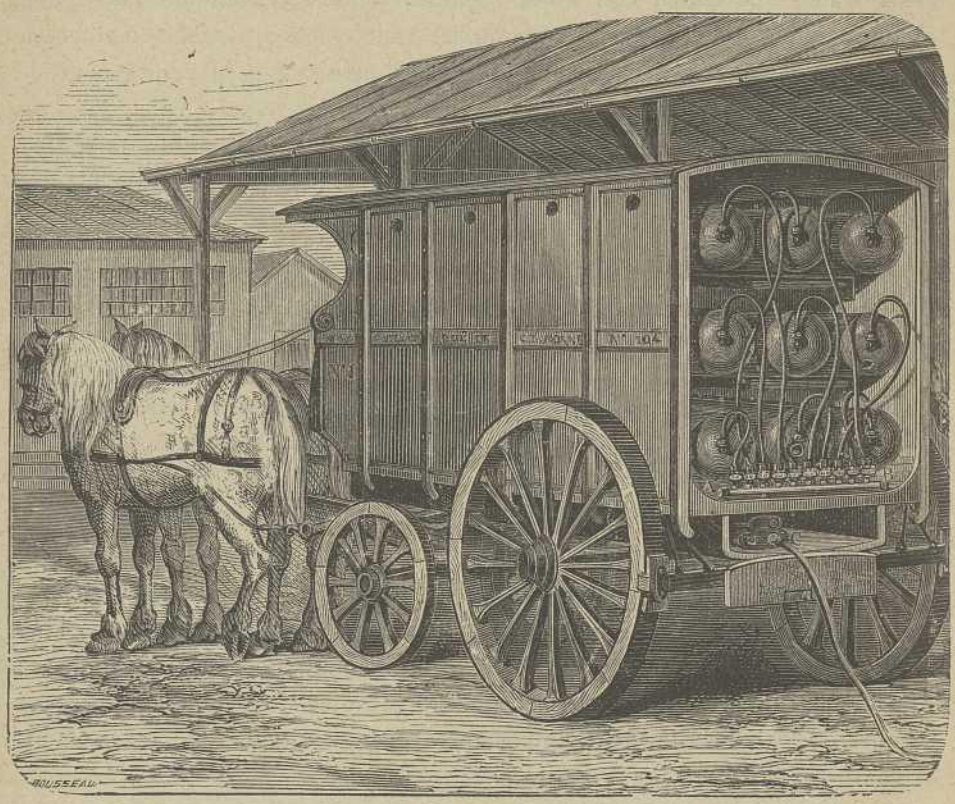


FIG. 244.—Carruaje para el transporte de gas comprimido.

dad de gas equivalente á 3.000 ó 3.500 litros á la presión ordinaria. En efecto; cada cilindro contenía 400 litros de gas á la presión ordinaria, condensados en un volumen once veces menor. La longitud del carruaje no era, sin embargo, más que de tres metros, y su anchura sólo de dos; el peso, junto con el de los cilindros, ascendía á 3.000 ó 3.500 kilogramos, pues las paredes metálicas tenían que ser gruesas para que ofrecieran seguridad, ensayándose antes la resistencia de los cilindros á una presión muy superior á la de las once atmósferas que tenían que soportar. Como se ve por la figura, cada cilindro contenía un tubo con llave. Todos estos tubos comunicaban con uno colocado en la parte posterior del carruaje, *A B*, de modo que el gas podía introdu-

cirse en los cilindros por medio del tubo *A B*, abriendo la llave correspondiente, ó, por el contrario, salir del cilindro á través de dicho tubo. El tubo *A B* se hallaba en comunicación con el *C*, por donde se cargaban los cilindros, ó se descargaban para entregar su contenido al consumidor. Los gasómetros de éstos eran cilindros de palastro, de dos metros de alto por 0,6 milímetros de diámetro. Se les llenaba simplemente con gas hasta tanto que el manómetro indicara una presión de cinco atmósferas en su interior. La conducción del gas en el interior de las casas hasta los mecheros, tenía lugar en una forma completamente análoga á la que se usa generalmente para el alumbrado de gas. Pero este sistema sólo resultaba conveniente en algún caso aislado, limitándose todavía más su aplicación cuando se introdujo en el comercio el petróleo, cuya primera materia cambiaba por completo las condiciones de fabricación del gas en pequeña escala. El gas comprimido no pudo, por tanto, conservar su importancia como medio de alumbrado más que allí donde se hacía absolutamente imposible la instalación de una fábrica de gas, como, por ejemplo, en los caminos de hierro, de que ya antes hemos hecho mención, y á los cuales se ha aplicado recientemente en Berlín, con buen resultado, haciendo uso de aparatos especiales. La Compañía de los ferrocarriles de la Silesia Baja fué la que adoptó primeramente en Berlín este procedimiento de alumbrado, según el proyecto de Pintsch, y desde 1874 ha sido imitado este ejemplo por un número considerable de otras Compañías importantes, siendo siempre satisfactorio el resultado, como lo prueba el hecho de que en los viajes del Emperador alemán se ha hecho uso de este procedimiento de alumbrado.

El gas empleado en estos casos se obtiene, bien del carbón *boghead*, bien de los residuos de la refinación del petróleo, bien de los aceites de la brea de lignito, y se comprime á seis atmósferas en cilindros de fundición de hierro, que se transportan en la parte inferior de cada uno de los vagones, los cuales se llenan por medio de una tubería de hierro, tomando el gas de una gran caldera que lo contiene á la presión de diez atmósferas. Entre los cilíndros y los mecheros se halla intercalado un regulador, que el gas está obligado á atravesar, y en el que su presión desciende hasta tres centímetros de agua cuando es mayor de este valor, de suerte que la llama no sufre oscilación alguna. Uno de estos recipientes puede contener el gas necesario para un viaje de ida y vuelta de Berlín á Viena.

GAS DEL ALUMBRADO EN ESTADO LÍQUIDO Ó SÓLIDO

Los hidrógenos carbonados que pueden originarse por la destilación seca de los cuerpos órgánicos, no son sólo el gas oleífico y el gas de los pantanos. Existen, por el contrario, gran número de ellos, unidos entre sí por estrechas

relaciones en su composición química, y formando una serie cuyos miembros pueden convertirse unos en otros por medios artificiales. Los tejidos orgánicos, cuya descomposición se halla poco avanzada, permiten obtener un número de esos hidrocarburos mucho mayor que los residuos fósiles, en los que apenas queda otra cosa que carbono puro; en efecto, el hidrógeno que entra en la composición de aquellos cuerpos determina, por su cantidad relativa, uno ú otro de los extremos de la serie. Ahora bien; la transformación de estos hidrocarburos sólo puede provocarse químicamente en el sentido de una reducción en la proporción relativa de carbono, nunca en sentido contrario: de modo que no es posible obtener las que se hallan al extremo señalado por el carbono con las en que domina el hidrógeno. La extraordinaria diversidad de los expresados hidrocarburos respecto á sus propiedades y aspecto exterior, no depende únicamente de su composición centesimal, sino que, por el contrario, existen grupos numerosos en los que dicha composición es una misma, y, sin embargo, los diferentes miembros del grupo se diferencian entre sí por los caracteres más esenciales; juega aquí, en efecto, un papel importantísimo la isomería.

No podemos intentar hacer un estudio científico de todos los productos orgánicos de descomposición, cuyo conocimiento nos proporciona la destilación seca; este propósito nos conduciría á consideraciones que no corresponden al carácter de esta obra; pero podemos dirigir ligeramente nuestra atención á los hidrocarburos, que por sus propiedades oleíficas pueden considerarse en cierto modo como variedades líquidas ó gaseosas del gas del alumbrado, y que han adquirido modernamente un interés práctico, creciente de día en día.

La gasolina, el aceite solar, el aceite brillante, la naftalina, la parafina, y hasta el petróleo, la nafta, el asfalto y otros, pertenecen á este grupo, por más que la manera de originarse los últimos no parezca á primera vista coincidir con la destilación seca. Pero esta divergencia no es más que aparente, como decimos, pues tanto el petróleo como los demás productos análogos deben su origen, probablemente, á una descomposición lenta de ciertos residuos orgánicos fuera del contacto del aire, es decir, en espacios cerrados, y es verosímil que las enormes presiones ejercidas por las capas de roca superpuestas á las masas de lignito y hulla produzcan el mismo efecto que el calentamiento en las retortas. Por otra parte, hay que tener en cuenta las acciones volcánicas ó elevaciones locales de temperatura procedentes del interior de la tierra, por cuya intervención se explicaría, de un modo perfectamente acorde con lo que se observa en la destilación seca, la producción de hidrocarburos gaseosos, líquidos y sólidos, á partir de los restos vegetales ó animales depositados á cierta profundidad bajo el suelo terrestre. Esta hipótesis se comprueba por el hecho de que, conduciendo la destilación del lignito de cierto modo, se pueden

extraer de él exactamente los mismos compuestos que encontramos en la Naturaleza acompañando á los carbones fósiles, cuya descomposición está más adelantada.

Los calentados en vasijas cerradas dan un rendimiento muy distinto en hidrocarburos líquidos y gaseosos, según el grado de calentamiento á que se someten en la destilación. Si éste no excede del rojo débil, es mayor la cantidad de los productos condensables y se obtiene mayor proporción de breas. En éstas se hallan contenidos todos aquellos cuerpos oleíficos, y cuando la elevación de temperatura se lleva mucho más adelantada, se descomponen, reduciéndose, por último, casi toda la masa al estado gaseoso, y separándose sólo una pequeña parte en forma de carbón sólido.

La temperatura que se emplea para la fabricación del gas del alumbrado es intermedia, pues al mismo tiempo, más bien que las breas, lo que se quiere aquí obtener es el gas oleífico, que puede formarse con los productos contenidos en ellas. Otra cosa sucede en la destilación de ciertos carbones que no se prestan á la producción de gas del alumbrado en las fábricas ordinarias, ó que por lo elevado del coste de transporte es forzoso aprovechar en el punto mismo en que se extraen. En este caso puede constituir el fin principal de la operación la obtención de breas y productos que de ellas derivan.

La circunstancia de que los lignitos no pueden adquirir sino un bajo precio como combustible, por consecuencia de lo cual tampoco pueden soportar generalmente grandes gastos de transporte en competencia con las hullas, ha hecho pensar en otras formas de aprovechamiento, habiéndose encontrado la solución buscada en la preparación de las sustancias de uso en el alumbrado contenidas en las breas, y que pueden obtenerse fácilmente en el punto mismo de extracción del carbón, constituyendo una quinta esencia de éste, que, por su poco peso, permiten la explotación de las minas de lignito, á veces de riqueza inagotable, y hasta en las comarcas más apartadas. Así, pues, el lignito es á propósito para preparar compuestos de hidrocarburos, líquidos y sólidos, no sólo porque el rendimiento en brea de estos carbones jóvenes, y por consiguiente ricos en hidrógeno, es muy grande, sino porque de este modo puede hacerse accesible á las fábricas de gas de las ciudades separadas de las vías de comunicación, una primera materia barata. En Alemania se desarrolló mucho la industria de aprovechamiento, en forma de breas, de los abundantes criaderos de lignito existentes en los alrededores de Merseburg y Zeitz, provincia de Sajonia; esta industria ha decaído, sin embargo, sensiblemente por la competencia que en los últimos años le hacía el petróleo americano. Pero en sus primeros tiempos, por el año 1861, producía 15.000 quintales de parafina y cerca de 64.000 de aceite mineral, y diez años después se había elevado la producción á 100.000 quintales de parafina, 300.000 de aceite mineral y cerca de 20.000 de otros productos secundarios, principalmente

aceite de parafina para el engrasado de las máquinas y la fabricación de gas, cuya producción representa, en total, un valor comercial de 15 millones de pesetas próximamente.

La marcha de la fabricación de hidrocarburos sólidos y líquidos es á veces interrumpida, es decir, que no se llega al fin de una sola vez y en un mismo punto. En efecto: ofrece ventajas en ocasiones, cuando se tiene á mano una primera materia muy barata, el concentrar todos los esfuerzos al objeto de poner la mayor cantidad posible de ella en condiciones de exportación, limitándose entonces la labor á obtener la brea, que encuentra abundantes compradores, quienes extraen de ella, en fábricas especiales, los productos de su descomposición. Por el contrario, en las fábricas en que la materia primera se adquiere á precio elevado, se lleva la explotación de ésta hasta obtener los últimos derivados, gasolina, parafina, etc. Daremos una idea general de los procedimientos para esta explotación del lignito, esquistos bituminosos, turba, etc.

La obtención de breas es siempre la parte primera y más importante de la expresada industria. Se practica, cuando se trata de una labor en grande escala, no ya en retortas, sino más bien en hornos construídos *ad hoc*, y cuya disposición es tal, que los vapores producidos se sustraen rápidamente á la influencia de una temperatura elevada, enfriándose y condensándose inmediatamente. Las retortas de arcilla, por lo general, sólo se emplean cuando la primera materia es muy rica en productos breosos. Los hornos aludidos sirven á un tiempo como hornos y como retortas. La experiencia ha demostrado la utilidad de darles la forma de un tronco de cono invertido; se llenan con el material que se quiere explotar, se prende fuego á las capas superiores, y por medio de unos tubos que se abren en la parte inferior, y que actúan como aspiradores, se da salida á los vapores de la brea. La razón para calentar el horno por la parte superior y dar salida á los vapores de brea por la inferior, estriba en el gran peso específico de éstos, en virtud del cual permanecerían demasiado tiempo sometidos al calor del horno si la calefacción se produjera en sentido inverso, como es lo ordinario. Los vapores son conducidos á unos aparatos refrigerantes especiales, en donde se deposita su parte condensable, que conviene contenga, si es posible, todos los hidrocarburos originados en la retorta. Como es natural, esta aspiración no se ve satisfecha nunca de un modo tan ventajoso como en las fábricas de gas, en las que hay todo lo conveniente al objeto, y donde se hace uso de materias primeras sumamente caras; en las cuales el procedimiento operatorio es tal, que permite realizar la condensación del gas mismo en forma de brea por lo pronto. Cuando se prepara la brea con los carbones fósiles más baratos, no resultaría económico el agotamiento absoluto, por la necesidad que implica de aparatos y disposiciones costosas.

La brea así obtenida representa una mezcla de diversos compuestos, que sólo como una parte de sus componentes contienen carbono é hidrógeno, pues el nitrógeno entra también en su composición. Entre los productos derivados, exentos de nitrógeno, los que ofrecen mayor interés son la bencina, el ácido fénico, el pyrrhol, toluol, cumol, parafina, naftalina, kyanol, antraceno, etc.; pero para el objeto de este capítulo, el número de los que tienen aplicación especial es mucho más limitado.

Esta riqueza de la brea en productos derivados varía con la materia primera empleada, de modo que las diferentes breas tienen propiedades muy diversas, según que domine en ellas uno ú otro de dichos componentes. Así, hay breas cuyos puntos de fusión oscilan entre 0 y 10° centígrados, estando su fijeza generalmente en proporción con la cantidad de parafina que contienen. El peso específico varía también desde 0,950 hasta 0,990; y, según Müller, hay una brea de lignito de Bohemia que tiene un peso específico de 1,06. La brea de hulla y la de carbón vegetal, que ofrece muy escasa aplicación al preparado de hidrocarburos líquidos y sólidos, suelen tener también un peso específico muy elevado. La brea de hulla, sobre todo tal como se obtiene en la fábricación de gas, ha sufrido ya una descomposición muy profunda, y sólo contiene, por lo general, los aceites más densos y las sustancias nitrogenadas; sin embargo, puede también obtenerse con la hulla una brea rica en aceites ligeros los más diversos, cuando se somete desde un principio á un tratamiento adecuado á este fin.

Aparte de los carburos de hidrógeno, se encuentran también en las breas de lignito y demás carbones fósiles, compuestos nitrogenados principalmente, de naturaleza amoniacal ó ciánica, y además hidrógeno sulfurado, ácido acético, ácido butírico y varios otros compuestos secundarios, que se disuelven en su mayor parte en la porción acuosa, mientras los aceites volátiles se separan en una capa superior, en virtud de su menor peso específico.

Si se destila la parte superior que sobrenada en la brea, pasan ya á los 60° centígrados aceites cuyo peso específico es inferior á 0,850, y que sólo contienen carbono é hidrógeno. Su composición química no es, sin embargo, constante, sino que contienen todavía una mezcla de diferentes aceites, que se designan con el nombre de aceites ligeros de brea ó esencias, para distinguirlos de los otros, también hidrocarbonados, que no llegan á los 240°. Entre los primeros se hallan contenidos algunos compuestos que se resinifican fácilmente, no debiendo, por tanto, dejarlos expuestos al aire libre, pues en este caso el color se va oscureciendo hasta hacerse negro. Algunas veces no es posible separar mecánicamente los compuestos sulfurados y amoniacales, pues no se produce la división de la masa en capas á que antes nos hemos referido, en cuyo caso hay que mezclar la masa total con una pequeña cantidad de sulfato ferroso (un 4 por 100), el cual retiene las sustancias dotadas

de olor desagradable. Hecho esto, puede ya procederse á la destilación y separación de los aceites derivados de la brea entre sí, y de las partes resinosas no volátiles.

La destilación de los aceites de brea se practica por medio del vapor de agua recalentado, y se divide en tres períodos, el primero de los cuales se caracteriza por una elevación gradual de temperatura, desde los 60 á los 120°, á cuyo suave calor se recogen en el recipiente las esencias de 0,70 á 0,856 de densidad. El segundo período comprende hasta los 300°, y da, sobre todo entre los 240 y 300°, aceites densos, y los llamados aceites viscosos, cuyo peso específico se halla comprendido entre 0,856 y 0,900. Más arriba de los 300° comienza la destilación de la parafina, que pasa juntamente con un aceite de 0,90 á 0,93 de peso específico.

Cada uno de estos períodos debe realizarse con toda la escrupulosidad posible, recogiendo separadamente los productos que les corresponden, que se purifican con ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y otras sustancias oxidantes y reductoras, sometiéndolos después, también por separado, á una nueva destilación por medio del vapor de agua recalentado.

De los aceites de brea más ligeros se obtiene por este medio la gasolina. Los aceites que pasan en segundo término ofrecen el aceite solar, caracterizado por un mayor peso específico y menor volatilidad. El residuo de esta segunda destilación, y la parte tercera de la primitiva brea, que destilan próximamente á 280°, dan un aceite que se emplea, por lo general, para lubrificar las máquinas. Pero todos estos aceites se transforman recíprocamente entre sí, y aparte del peso específico y del punto de ebullición, no se distinguen por ninguna otra propiedad. Deben, pues, considerarse no más que como mezclas de varios aceites volátiles, cuyas diferencias esenciales se refieren á estos dos caracteres, y que, sometidos á repetidas destilaciones entre límites de temperatura cada vez más estrechos, permitirían el aislamiento de cada una de dichas especies químicas.

Una vez separados de la masa los aceites volátiles, y sostenida la temperatura durante cierto tiempo en el grado máximo que antes hemos mencionado, el aceite que queda en las retortas contiene principalmente parafina, la cual puede clarificarse y ser colocada en un sitio fresco, como un sótano, donde, abandonada al reposo durante algunas semanas, cristaliza en hermosas láminas de brillo nacarado. Comprimidas éstas entre tela, ó bien por medio de una máquina centrífuga, se les separa el aceite adherente, sometiéndolas después á un tratamiento por el ácido sulfúrico concentrado, que no ataca á la parafina, mientras que destruye todas las materias extrañas, y, por consiguiente, es un excelente medio para obtener la parafina en estado de pureza. Después de haber eliminado el ácido sulfúrico por lociones con agua, y, finalmente, por el tratamiento con una lejía débil de potasa, se añade á la masa sólida un

medio por ciento de ácido esteárico, y se vierte el líquido limpio y cristalino que resulta de su fusión en moldes, en los que se deja enfriar lentamente.

El residuo que se obtiene por la destilación de los diferentes aceites forma una masa parda resinosa, de olor desgradable, llamada asfalto, que se emplea para hacer lacas negras, tintas para dibujar sobre el hierro, y también como combustible. Un gran número de los cuerpos antes citados, contenidos en la brea, sobre todo los de naturaleza ácida ó básica, se disuelven en su mayor parte en las aguas de loción, con las que se ha purificado la parafina, formando las bases sulfatos con el ácido sulfúricos, y los ácidos sales alcalinas con la lejía. De estas disoluciones pueden obtenerse, y su estudio ha sido objeto modernamente de profundas investigaciones, en las que se han descubierto los fenómenos químicos más interesantes relativos á la composición y propiedades de tales sustancias. No son menos interesantes los diferentes hidrocarburos contenidos en los productos volátiles de las breas, cuyo estudio científico está muy lejos de ser asunto agotado. Esa brea pegajosa y de olor desagradable, ha sido para la química base de los trabajos más provechosos, pues no sólo ha suministrado los materiales para hacer los más preciosos colores, sino también para los aromas de más alto precio. Basta, para convencerse de ello, recordar entre los primeros la anilina, y entre los segundos la esencia de almendras amargas; de unos y otros nos ocupamos en los capítulos correspondientes de esta obra. (*Tintorería y perfumería.*)

Los aceites ligeros de brea introducidos en el comercio han recibido de los fabricantes los nombres más diversos. Según una coincidencia cualquiera, según la materia primera de que proceden, ó según el capricho del técnico consagrado á prepararlos, se les llama unas veces fotógeno, otras gasolina, otras aceite mineral, otras aceite de turba, de nafta, etc. El único nombre que tiene alguna significación es el de aceite de brea, con la distinción de los ligeros y los pesados, siendo lo más exacto añadir el valor del peso específico y del punto de ebullición.

Los aceites de brea, cuando se hallan en buen estado, deben ser limpios como el agua, poseyendo un olor puro penetrante, pero no desagradable; no deben dejar ningún residuo pardusco cuando se evaporan, ni precipitado alguno cuando se conservan en vasijas cerradas. Los empleados como material de iluminación deben arder tranquilamente, sin atacar con demasiada rapidez á la mecha, y su peso específico ha de estar comprendido entre 0,815 y 0,895. Es importante la consideración del peso específico como uno de los caracteres más esenciales, pues la volatilidad de los aceites guarda con él cierta dependencia, y de esta última es de lo que depende, en último resultado, la construcción de las lámparas en la que se han de quemar. Así, por ejemplo, mientras los aceites de brea más ligeros (de peso específico 0,815) arden perfectamente sin mecha, mediante la llamada lámpara de vapor de Beale (en la

que por medio de un fuelle se hace pasar por el aceite una corriente de aire que, saturándose de vapores de aquél, constituye una mezcla inflamable), ó en las lámparas de ligroína, para los aceites más pesados se necesitan lámparas con mecha, cuya disposición hemos descrito ya. Los aceites de posos, que son muy espesos, arden, mejor que en cualquiera otras, en lámparas reguladoras de Cárcel, etc., conduciéndose de un modo correspondiente al del aceite de colza. El buen aceite de posos, ó sea el aceite brillante, como se llama, necesita tener unp eso específico medio de 0,885 á 0,895; á 10° centígrados debe permanecer todavía líquido y claro, sin dejar cristalizar nada de parafina. En general se asemeja al aceite de colza más claro y de mejor clase; tiene también cierta viscosidad, y cuando se le agita, ascienden las burbujas lentamente en su seno, como sucede con aquél. El olor es análogo al de la gasolina, aunque no tan fuerte.

Entre los hidrocarburos líquidos, mencionaremos todavía dos que comienzan á encontrar en la industria un vasto campo de aplicaciones: el aceite para lubrificar las máquinas, y la bencina ó benzol. Con el primer nombre se designan los aceites densos de brea, que tienen un peso específico de 0,920 á 0,950, pero que, sobre todo, permanecen líquidos á dos grados bajo cero, y se evaporan muypoco por la elevación de temperatura. Tienen, por esto mismo, un olor sumamente débil. La bencina, por elcontrario, es un aceite de brea muy volátil, pero de un peso específico no muy pequeño, sin embargo. En parte se halla ya contenida en la gasolina, pero es necesario destilar con vapor de agua los otros compuestos hidrocarbonados, para que sus átomos se agrupen en tal forma que se origine una cantidad mayor de bencina. Puede estar contenida en proporción de 16 y más por 100 en algunas variedades de gasolina, y obtenida en estado de pureza, constituye un líquido incoloro como el agua, muy movible, de un olor etéreo muy intenso, y que arde con un poder luminoso sumamente considerable. La bencina hierve á 80°, y á los seis se congela en una masa blanca de nieve, semejante al alcanfor, que arde con llama fuertemente fuliginosa. La bencina líquida es un magnífico disolvente para el cautchuc, la gutapercha, las grasas y aceites de todas clases, resinas, cera, etc., por lo que tiene gran aplicación como medio de quitar manchas. En un principio se vendía con tal objeto clandestinamente, dándole un nombre cualquiera, griego ó latino.

La parafina, cuya separación ya hemos indicado, constituye, cuando está purificada, un cuerpo blanco análogo á la cera, que tiene una gran tendencia á cristalizar. Su nombre viene de *par-afin*, y se debe á su carácter indiferente en cuanto á las afinidades químicas; en efecto, no se conduce como ácido ni como base, y sólo le atacan algunos reactivos, desdoblándola en otros cuerpos. Su peso específico es 0,87, y su punto de fusión se halla entre 40 y 50° centígrados. Se disuelve fácilmente en éter, bencina y los aceites grasos; con menos

facilidad se disuelve también en el alcohol, pero no en el agua. De aquí que sea también insípida. La parafina pura no huele casi nada. Arde con una llama muy hermosa, blanca y extraordinariamente brillante, que se aproxima á la del gas en cuanto al color é intensidad; ya hemos dicho antes que á esta circunstancia debe la parafina su principal aplicación á la fabricación de bujías. Representa en cierto modo al gas condensado en estado sólido, pues su composición química y su poder luminoso son los mismos. Liebig preveía, sin duda, la existencia de una sustancia como la parafina, cuando hace muchos años decía: "Todas las industrias para cuya realización necesita el hombre de la luz artificial, tienen que experimentar una revolución radical, no sólo por el aumento en poder productivo de los actuales manantiales de luz, sino también por el descubrimiento de otros nuevos é inesperados; llegará día en que los hombres puedan satisfacer la necesidad, cada vez mayor, de luz, con verdadero lujo, que sólo debía significar un grado superior de pureza; la seguridad y la moral públicas ganarán mucho cuando se consiga suministrar el gas á los mecheros en forma sólida, pudiéndolo transportar adonde se quiera.„ A pesar de todas sus ventajas, la parafina no ha encontrado todavía una generalización tan grande en su empleo como material de iluminación. La causa principal de esto se halla en la circunstancia de que, próximamente al mismo tiempo que la parafina podía obtenerse en buenas condiciones y barata, por consecuencia de un método de obtención perfeccionado, pudiendo así competir con las demás materias iluminantes, se descubrieron en América los inagotables manantiales de petróleo, ofreciéndose por todas partes al público esta sustancia, de tan cómodo uso, á un precio extraordinariamente bajo En el tomo III de esta obra, y en este mismo capítulo, nos hemos ocupado ya de la extracción del petróleo, habiendo hecho también resaltar la íntima correlación que existe entre el petróleo y los productos de la destilación seca de los carbones, cuya analogía se manifiesta con una evidencia especial en el hecho de que el petróleo está caracterizado por contener una cantidad, con frecuencia muy considerable, de parafina, hasta tal punto, que podría ser objeto de un tratamiento para la extracción de esta sustancia. De aquí que parece plenamente justificada la clasificación del aceite mineral y los hidrocarburos fósiles análogos, nafta, asfalto, ozokerita, etc., en el grupo de los productos de la destilación seca. Se encuentra también la parafina en estado fósil, pues la ozokerita, que se extrae de la tierra en el Moldau, en Galitzia y en otros puntos, constituyendo á veces trozos de algunos quintales de peso, y con los que directamente se elaboran preciosas bujías, no es otra cosa que aquel producto, cuya obtención artificial por los químicos es considerada como un gran triunfo de sus métodos de investigación.

La naftalina es una sustancia muy semejante á la parafina; á la temperatura ordinaria es un cuerpo blanco, parecido al alcanfor, y tiene un olor muy

característico. Es tan volátil, que si se hace pasar una corriente de aire por naftalina fundida, los vapores de ésta saturan á aquél, lo mismo que en el caso de los aceites de brea más ligeros, pudiéndose obtener también así con la naftalina una mezcla gaseosa inflamable y muy iluminante, pues el poder luminoso de la llama de naftalina es grande. En un principio apenas se sabía sacar partido alguno de la naftalina; tanto, que se miraba como una gran contrariedad su formación en las cañerías del gas, que es sobre todo frecuente cuando no están á bastante profundidad bajo el suelo para que dejen de hacerse sensibles las variaciones en la temperatura exterior. En cambio, modernamente se la utiliza, bien para el alumbrado, bien, en especial, como punto de partida para obtener una serie de compuestos, que pueden ser transformados en materias colorantes de admirables propiedades, de un modo completamente análogo al de los derivados de la anilina.

Sobre los otros productos que pueden obtenerse de la brea, muchos de los cuales, como el ácido pírrico, el fenol, la creosota, y, particularmente en los últimos tiempos, el ácido salicílico, han encontrado diversas aplicaciones industriales, no podemos decir nada más en este capítulo, destinado al estudio del alumbrado y sus medios.

Comparemos ahora ligeramente el poder luminoso y las condiciones de valor relativo de los principales hidrocarburos sólidos y líquidos, tales como se emplean en la práctica. El resultado de las experiencias hechas con este objeto ha sido el mismo, como era de esperar, para los aceites ligeros de brea y el petróleo. Con respecto á los otros materiales de iluminación, se presentan con frecuencia diferencias muy notables, tanto respecto á la intensidad de la luz desarrollada, como en lo concerniente al consumo de su masa; circunstancias ambas de las que, juntamente con el precio de la sustancia, determinan el valor relativo de aquélla. Las experiencias necesarias para la solución de este problema son, pues, bastante complejas; pero los datos siguientes, en comparación con los valores antes expresados al lector, darán una base para estimarlos valores relativos de los diferentes materiales de alumbrado.

Una llama equivalente á cuatro bujías de cera (cinco en medio kilogramo), en el poder luminoso, consume por hora 24 gramos de aceites ligeros de brea. Cada una de las bujías de cera pierde en el mismo tiempo 8,75 gramos. Si se calcula que medio kilogramo de bujías de cera cuestan 2,25 pesetas, el gasto por hora para una misma cantidad de luz producida es de unos 0,20 pesetas con la cera, y de unos tres céntimos con la gasolina, suponiendo que medio kilogramo de aceite ligero de brea cueste 60 céntimos. El petróleo, que en cuanto á su poder iluminante es equivalente á los aceites de brea, cuesta hoy, á lo más, unos 40 céntimos el medio litro, y, por consiguiente, resulta todavía mucho más económico. Como es natural, los precios no son fijos para

ninguna sustancia iluminante, y por consiguiente no puede establecerse una comparación que sea aplicable en todos casos.

En la formación de la tabla siguiente se ha admitido para el aceite de colza el precio de 60 céntimos, para el petróleo el de 30, para las bujías de sebo el de 90, para las de estearina el de 1,55 pesetas, y para las de cera 2,45 por medio kilogramo.

MANANTIALES DE LUZ	RELACIÓN de claridad.	CONSUMO de combustible durante una hora en gramos.	RELACIÓN de las cantidades de luz por el mismo peso de combustible.	COSTE del alumbrado para igual cantidad de luz.
Lámpara de aceite de nivel constante	1,000	23,87	1,000	1,00
Lámparas de aceite ordinarias, con mecha plana	—	—	0,540	1,85
Lámparas de petróleo	0,8420	17,33	1,1550	0,43
Vela de sebo (8 en medio kilogramo)	0,2625	11,33	0,5507	3,71
Bujía de estearina (8 en medio kilogramo)	0,1657	7,00	0,5628	5,05
Bujía de cera (8 en medio kilogramo)	—	—	0,4640	8,25

Esta tabla (tomada de Karmarsch) enseña que el petróleo es el material de alumbrado más barato, bajo el precio admitido, y esto prescindiendo de la blancura y belleza de su llama; las velas de cera siguen siendo las más costosas. La ceresina, succedáneo de la cera, que, como ya hemos indicado, es una especie de parafina natural, llamada también ozokerita, es asimismo más barata que la cera de abejas, y se aproxima á la parafina propiamente dicha en cuanto á su poder luminoso.

Comparando la parafina con todos los démás combustibles sólidos empleados para la fabricación de bujías, se encuentra que ese producto de la brea ofrece grandes ventajas respecto de los últimos. En efecto, según Karsten, las intensidades de las luces respectivas se hallan en la siguiente proporción:

SEBO	CERA	ESTEARINA	ESPERMACETI	PARAFINA
996	1.000	1.270	1.835	2.222

y teniendo en cuenta que los valores relativos, según los precios corrientes, son:

PARAFINA	SEBO	ESTEARINA	ESPERMACETI	CERA
220	170	80	76	65

resulta que la llama de parafina de la misma intensidad no llega á costar un tercio de lo que cuesta la llama de cera; y aun con respecto á la de sebo, ofrece una economía de 30 por 100.

Para completar estas noticias, mencionaremos la luz eléctrica, por más

que en el tomo II de esta obra (pág. 509) tratamos de esta interesante aplicación de la corriente desde el punto de vista físico. Hoy día no cabe abrigar ya duda alguna de que esta luz, obtenida por un medio mecánico mediante la transformación de la fuerza en electricidad, está destinada á ofrecer una utilidad práctica muy superior á lo que antes podía esperarse.

Han contribuído poderosamente á ello, por una parte, el perfeccionamiento de las lámparas y de las máquinas dinamo-eléctricas, y, por otra, la feliz solución del problema de la división de la corriente. Todas estas cuestio-

FIG. 245.—Alumbrado eléctrico de una calle.

nes han sido también tratadas en el tomo II, y aquí sólo nos resta hacer referencia al resultado de la comparación económica entre la luz eléctrica y las otras formas de alumbrado.

Aunque no por completo, se ha conseguido librar á la luz de arco voltaico de los defectos que presentaba en su origen, hasta un grado que difícilmente hubiera podido sospecharse hace algún tiempo, y que basta para comprender cuánto puede esperarse en el porvenir. La división de la corriente, que es ya un hecho positivo, ha evitado los inconvenientes de tener que utilizar toda la fuerza eléctrica en un solo punto, en una sola luz de intensidad máxima, y

desagradable por lo excesiva. Hoy pueden intercalarse cuantas lámparas eléctricas se quiera en un mismo circuito, siempre que lo permita la energía del motor; ya no se impone el contraste tan brusco entre el brillo extraordinario del arco voltaico y la oscuridad de las sombras proyectadas. El color azul pálido de dicho arco voltaico, que hacía su luz tan poco atractiva, ha sido reemplazado por el amarillo claro de las lámparas de incandescencia, cuya belleza y suavidad son superiores á las de todos los sistemas conocidos; de tal modo, que estas luces pueden sustituir, con gran ventaja en la mayor parte de los casos, á las luces de gas.

Y prescindiendo de que en muchos puntos, como, por ejemplo, donde la Naturaleza ofrece grandes saltos de agua, ú otros manantiales de fuerza, la producción de la luz eléctrica no exige apenas otros gastos que los de instalación de las máquinas y conductores, la experiencia ha llegado á demostrar la superioridad en todos sentidos del alumbrado eléctrico, aun cuando haya necesidad de establecer y alimentar motores especiales, siempre que se trate de una iluminación extensa, pues la luz eléctrica entraña, además, ventajas de un género especial. Así, por ejemplo, su composición, que se aproxima más que la del gas á la de la luz solar, hace posible, durante la noche, la práctica de ciertas industrias en que se exige la percepción de pequeñas diferencias de matiz en el color, como son las de tintorería, estampado, fabricación de papeles pintados, de tapetes, etc.; de manera que, mediante el arco voltaico, no hay necesidad de interrumpir, como antes, dichas labores en las horas en que falta la luz natural. Las lamparitas de incandescencia son muy recomendables para sustituir el alumbrado de gas, allí donde la acumulación de los gases que resultan de la combustión del último y vician el aire, ó bien el calor desprendido por la combustión misma, pueden traer consecuencias desfavorables, como en los teatros y demás locales de espectáculos ó de sociedad, en donde respira al mismo tiempo un número considerable de personas.

Cierto que los mecheros regeneradores de Siemens evitan en gran parte los inconvenientes del alumbrado de gas, pero nunca con la comodidad y elegancia con que se consigue por medio de las lámparas de incandescencia. Por otra parte, la corriente eléctrica puede conducirse á todas partes, tanto sobre las paredes como encima de una mesa, y aun estos focos son transportables dentro de ciertos límites. Basta practicar con el dedo la más pequeña presión sobre un resorte, para que instantáneamente se introduzca la corriente en el circuito y aparezca la luz en las lámparas eléctricas, así como de un modo igualmente sencillo y rápido puede apagarse. Además se prestan esas luces, con toda libertad, á disposiciones lo más artísticas de los focos de luz, coronas, arañas, etc., y muchos de nuestros lectores habrán tenido ocasión de observar en las exposiciones modernas de electricidad los más maravillosos efectos realizados por la combinación de estas luces.

La lucha entre el gas y la electricidad sigue aún empeñadísima; pero el triunfo ha de ser, con el tiempo, sin duda, de la segunda. El gas quedará tal vez, si no como manantial de luz, como un intermediario cómodo para pro-

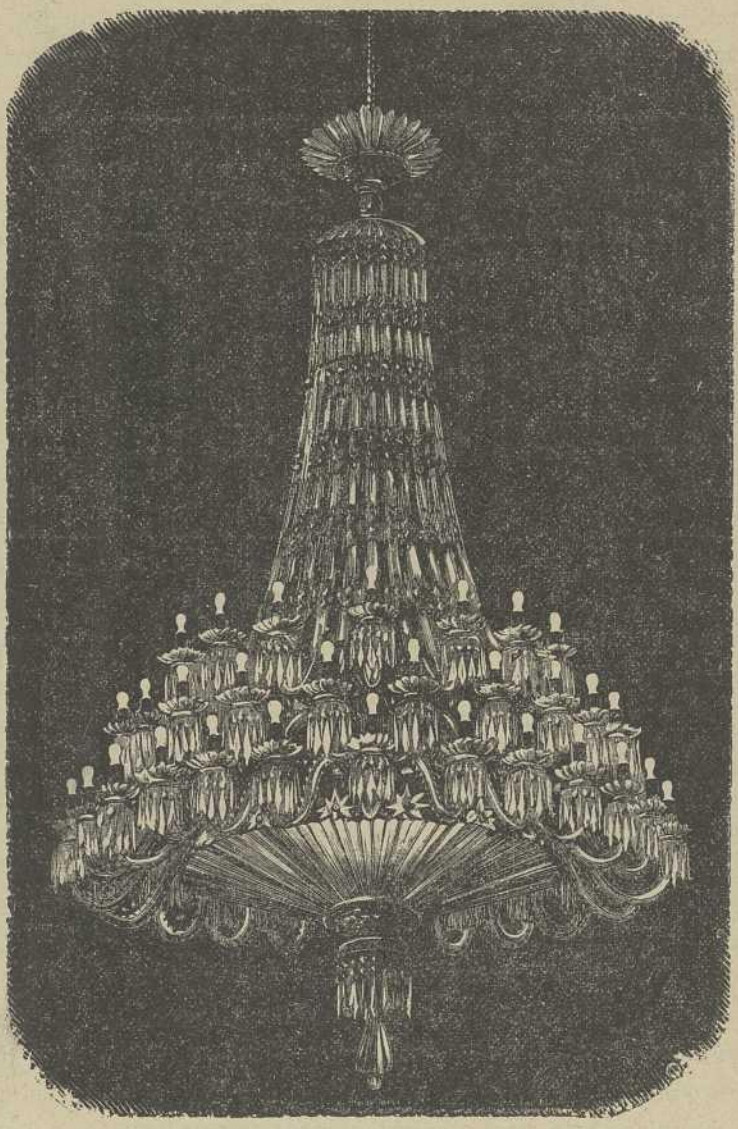


FIG. 246.—Candelabro con lamparillas eléctricas.

ducir la fuerza mecánica destinada á poner en movimiento las dinamos; y fabricando para este objeto un gas mucho más barato que el que hoy arde en nuestras habitaciones, tal vez se conseguirá también obtener la luz eléctrica á más bajo precio que el que hoy tiene.

Pero todos nuestros métodos de generación de luz son todavía demasiado

caros, como se deduce del conocimiento de la equivalencia entre las fuerzas naturales ó formas de la energía; y si bien no es posible prever la manera en que ha de conseguirse, es indudable que en el siglo venidero se producirá una transformación radical en nuestros medios de alumbrado, que, á pesar de todos los progresos hechos, son aún bastantes imperfectos.

Acortando las noches se dice que se prolonga la vida, y seguramente vendrán otros tiempos en que los hombres no podrán comprender, como nosotros, que haya de pasarse en la oscuridad la mitad del día. La oscuridad es en efecto, actualmente, el estado de nuestras noches, á pesar de todos los adelantos sobre el alumbrado, pues apenas se consigue iluminar escasamente pequeños espacios alrededor de puntos aislados. La iluminación más brillante que podemos hoy obtener con el concurso de todos nuestros medios, dista aún inmensamente de la claridad del día, y no pasa de ser, en comparación de ésta, un resplandor fugaz, imperceptible. No es posible pensar en sustituir nunca al sol; pero la grata esperanza de que la industria humana ha de llegar á ponernos en posesión de fuentes de luz completamente diferentes de las que hoy tenemos para luchar contra la sombra, está autorizada y alentada por la ciencia misma.

CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN

Reseña histórica de los combustibles y aparatos de calefacción.—Principios fundamentales sobre calefacción.—Chimeneas y estufas.—La rejilla.—Reguladores del tiro y del calor.—Diversas clases de estufas, y su construcción más conveniente.—La arcilla y el hierro como materiales para la construcción de estufas.—Estufas primitivas.—Estufas de hierro, etc.—Aparatos reguladores.—Estufas de Berlín y rusas.—Calefacción central por aire, agua y vapor.—El gas como material de calefacción.—Ventilación.

El aire templado y puro es para nuestra vida un factor tan importante como los alimentos mismos. Pero mientras que la necesidad de calentar el aire, determinada por los fríos del invierno, ha encontrado satisfacción más ó menos perfecta, aun entre los pueblos más bárbaros, hasta una época relativamente reciente no se ha fijado la atención del hombre en la conveniencia de suministrar en cierta medida, á los locales que le sirven de habitación, aire fresco, construyendo aparatos de ventilación, juntamente con los de calefacción. Muchas veces los aparatos de ambos géneros constitüyen un todo orgánico, en el que el aire fresco que penetra del exterior se calienta previamente.

La vivienda que nos protege contra los rigores del tiempo puede considerarse, en cierto modo, como una extensión de nuestros vestidos, y realmente no es tan grande la diferencia que existe, por ejemplo, entre una ancha capa y las tiendas ó barracas de las razas nómadas. Para acrecentar la protección que la habitación ofrece, se ha intentado desde los tiempos más remotos hacer posible en ella una calefacción artificial. Se construyeron hogares, que servían al mismo tiempo también para la cocción de los alimentos. Primero se amontonaba sencillamente sobre el suelo, y se inflamaba después, madera ú otro combustible que se tenía á mano. En las chozas ó habitaciones más antiguas de que tenemos conocimiento, se encendía el fuego sobre una plancha de piedra, según se ha comprobado con los residuos de las construcciones lacustres. Luego, cuando el hombre se hizo más cuidadoso, se construyeron, también con piedras, especies de hogares. Sin embargo, entre los pueblos civilizados de la antigüedad existieron ya instalaciones bastante completas para la calefacción. Los hebreos y egipcios, no sólo se valieron desde muy antiguo de hornos para hacer ladrillos, sino asimismo para fundir el vidrio y hasta el hierro. También en el Asia Menor, como en Grecia y Roma, se sirvieron en épocas remotas, y con diversos fines, de instalaciones de este género, más ó menos artísticas. Pero no se conocían aún los hornos con chimenea y rejilla, por más que algunos han querido encontrar en los antiguos escritores la prueba de su existencia. Así, por ejemplo, en la *Odisea* se dice: "Odiseo hubiera querido tan sólo ver ascender el humo de su país natal.„ Pero pretender sacar de aquí la consecuencia de que las casas de Itaca tuvieran chimeneas es, sin duda, algo gratuito, pues el humo asciende también cuando el fuego arde al aire libre. Otro pasaje mucho más concreto se encuentra en el sainete de Aristófanes, *Las avispas*, en que se dice que el prisionero Philokléon había intentado escapar por el "tubo de salida del humo.„ Pero los antiguos tubos de humo no coincidían en modo alguno con el aparato que hoy llamamos chimenea, pues estaban reducidos á un agujero redondo en el techo, por el cual, según se consigna en otros pasajes, penetraban los rayos del sol hasta el suelo. Probablemente se llamaba *caminus* (de donde se deriva la palabra alemana *kamin*, que significa chimenea), sólo al hogar, es decir, al punto donde se encendía el fuego. La chimenea propiamente dicha es un invento de comienzos de la Edad Media.

Además de los hogares fijos, se sirvieron también los griegos y romanos de hogares portátiles, en forma de trípodes y braseros. Estos aparatos eran de bronce, y tenían generalmente formas muy artísticas; la fig. 245 representa uno de estos braseros griegos. El combustible para tales aparatos de calefacción debía proporcionar un fuego sin humo, pues de lo contrario las personas que permanecieran en habitaciones provistas de ellos habían de sufrir grandes molestias. Se empleaba por esto para tales braseros una madera preparada

especialmente, ó, mejor aún, el carbón vegetal. Varios de los escritores de la época nos han dejado referencias acerca de la preparación que se daba á dichos combustibles. Según Teofrasto, se mondaba cuidadosamente la madera recién cortada, se tenía largo tiempo en agua corriente para quitarle la savia, y, por último, se secaba bien á un calor artificial, durante lo cual se debía producir casi siempre una carbonización superficial. La madera así preparada era empleada ya en tiempo de Homero para la calefacción de las habitaciones, y constituía un artículo bastante importante en el comercio.

La carbonización completa de la madera fué un nuevo progreso, que evitó el lagrimeo producido por el empleo de los anteriores braseros en las casas, según indica Horacio en uno de sus cantos. Esta carbonización tuvo lugar probablemente en un principio sobre los mismos braseros; al menos así lo dice Plutarco, recomendando que se dejara escapar el humo y sólo se introdujera el fuego en las habitaciones cuando aquél hubiera desaparecido; que se encendiera primero la leña sobre dichos braseros en los vestíbulos ó portales y se la dejara allí arder hasta que no diera humo, llevando sólo entonces el aparato, con el carbón incandescente, al interior de las habitaciones que debía calentar. Hace mucho tiempo que se produjo ya en grande el carbón vegetal; las excavaciones practicadas en Herculano han demostrado que el carbón de leña debió ser en esa ciudad un artículo muy usual, y Plinio y Vitrubio describen cómo en su tiempo se carbonizaba la madera de pino obteniendo el hollín. También podrían citarse otros combustibles, como la turba, que en las comarcas donde se presenta debió utilizarse desde tiempos antiquísimos para producir fuego. Plinio refiere que los chauker (una raza del Norte de Alemania) alimentaban el fuego con tierra. Las noticias precisas sobre el empleo de la turba como combustible, alcanzan al siglo XII.

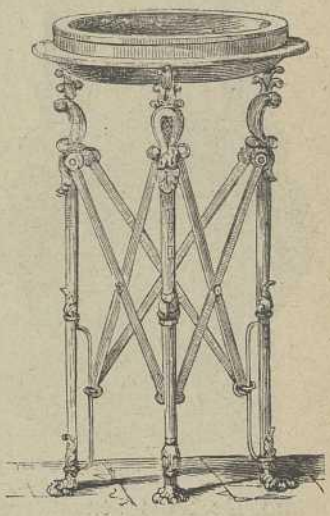


FIG. 247.—Brasero griego.

En cuanto á los carbones fósiles, como la hulla y el lignito, es posible que fueran utilizados como combustible en algunas comarcas en tiempos muy remotos, si bien no precisamente para calentar las habitaciones. Teofrasto menciona ya (trescientos años después de Jesucristo) un mineral combustible que empleaban en Grecia los herreros para producir el fuego. Pero los que probablemente emplearon antes la hulla en gran escala, fueron los chinos. En Europa no debieron los bretones comenzar á hacer uso de la hulla hasta el siglo IX probablemente.

Si desde estas breves noticias acerca de la historia de los combustibles

pasamos á la de los aparatos de calefacción, observaremos que los antiguos braseros antes mencionados, y de cuya forma da una idea la fig. 247, se han conservado hasta hoy, casi sin alteración, en algunos países del Sur de Europa y en Oriente. Los que emplean actualmente algunas de nuestras vendedoras callejeras ó ambulantes son ni más ni menos que una tosca imitación del modelo representado en nuestra figura.

La introducción de las chimeneas señala un paso importante en el progreso de los aparatos de calefacción, cuyas chimeneas no se generalizaron en Europa hasta el siglo XII.

FIG. 248.—Brasero romano.

Según las descripciones de los ingleses Thomlinson y Hudson Turner en sus escritos sobre calefacción y ventilación, los bretones construían, hasta la época de Guillermo el Conquistador, cabañas cubiertas de paja, divididas en dos compartimientos para alojar á la servidumbre, juntamente con las familias de los señores. El departamento mayor tenía en el centro un hogar común, sobre el que se elevaba, por encima del techo, una torrecilla, á través de la que se daba salida al humo. Más tarde, y con objeto de ganar espacio, se colocó el hogar sobre una pared lateral, poniéndose también encima un tubo vertical para la salida del humo. De estas sencillas construcciones surgió, con el transcurso del tiempo, la chimenea, á la que se conserva en Inglaterra una gran afición.

CHIMENEAS

El hogar de estos aparatos de calefacción, que todavía no han sido totalmente reemplazados por otros de disposición más racional, está formado por una especie de nicho abierto en la pared, sobre el que se colocaba antes un techo muy saliente, en forma de embudo semicircular invertido, bajo el cual podía colocarse toda una familia, disfrutando del calor allí reconcentrado.

Durante largo tiempo conservó la chimenea su disposición primitiva, y si bien modernamente el arte ha conseguido mucho en cuanto á su embellecimiento externo, tales modificaciones no han afectado en nada á lo esencial. En tiempos del Renacimiento se desplegó gran lujo en el decorado de las chimeneas, y de ello ofrece un ejemplo la fig. 249, que representa una del siglo XVII. El mármol y el bronce se empleaban abundantemente en su

construcción, y la pintura contribuía á su adorno con los colores más vivos.

Pero el perfeccionamiento de las chimeneas, desde el punto de vista técnico, data tan sólo del siglo pasado, cuando Rumford y el americano Franklin se ocuparon del problema de la calefacción. Flanklin separó el hogar de la chi-

FIG. 249.—Chimenea del siglo XVII.

menea propiamente dicha, é hizo descender de nuevo el aire que alimentaba la combustión, después que había ascendido un corto trecho, para darle salida, finalmente, á través de un canal, construído bajo el suelo de la habitación, hasta el tubo de la chimenea. El aparato de calefacción así dispuesto debe, sin embargo, ser considerado como una estufa, pues lo esencial de la chimenea consiste en la unión directa del hogar con el tubo de tiro; de aquí que se die-

ra, con razón, al aparato de Flanklin el nombre de "estufa pensilvánica.„

Rumford dejó subsistir la condición característica de la chimenea, pero modificó la disposición, de modo que el hogar viniera á quedar más al interior de la habitación, estrechando el tubo de la chimenea á la altura de su boca, por medio de una pared construída en el fondo, de manera que sólo quedara abierta una estrecha salida para la aspiración del humo hacia lo alto. La profundidad del hogar, perdida en su fondo, estaba compensada por su prolongación hacia la parte anterior. Fuera de esto, fijó también su atención en el perfeccionamiento de la chimenea propiamente dicha, ó tubo de tiro, cuya sección redujo de un modo proporcionado.

La antigua chimenea, construída por vez primera en Francia por el conde Rumford, y muy usada después, exige, para que el humo no moleste, quemar en ella precisamente leña, y consiste simplemente en un espacio en forma de caja, abierto por delante y aplicado contra la pared, dentro del cual hay una rejilla horizontal. Este hogar comunica, por medio de una abertura estrecha y larga, con un canal angosto y corto que se abre en el tubo de la chimenea. Las chimeneas modernas están dispuestas de modo que puede quemarse en ellas, con ventaja, en lugar de leña, hulla ó cok, con lo que la calefacción resulta más económica, y al mismo tiempo más enérgica, pues los combustibles últimamente citados radían más calor que la leña. Además, se ha elevado también el rendimiento en calor de la chimenea de un modo considerable, haciendo que el hogar sobresalga todo lo posible en el interior y esté revestido de planchas metálicas que reflejan el calor hacia fuera. Por último, se procura todavía sustraer todo el calor posible á los gases de la combustión que ascienden por el tubo de la chimenea, haciendo que calienten el aire exterior que penetra en la habitación para sostener el tiro.

La fig. 250 muestra la chimenea construída, según estas bases, por el inglés Douglas, cuyo aparato de calefacción tiene una disposición muy conveniente, y goza en la actualidad de gran aceptación en Inglaterra. El aire exterior frío penetra por el canal horizontal *a*, que atraviesa las paredes de la casa; el canal *b* está intercalado verticalmente entre estas paredes, dentro del cual se halla el tubo de hierro *c*, que conduce los gases de la combustión desde el hogar hasta el tubo de la chimenea, y que se ensancha por su parte inferior sobre la rejilla del hogar, interceptando la comunicación de éste con los canales *a* y *b*. El aire frío, calentado en el canal *b*, penetra en la habitación por unos orificios practicados en la pared interna, oblicuamente hacia el techo. Este aire puro, pero caliente ya, se extiende primero por las capas superiores de la atmósfera de la habitación, y va descendiendo después gradualmente, desalojando á las capas inferiores cargadas de gas carbónico, que tienen salida por pequeños orificios, dispuestos al efecto en la parte inferior de las paredes. Esta chimenea ofrece además la ventaja de que puede desarmarse fácilmente para

su limpieza, y volverse luego á montar. Según lo dicho, se comprende que no sólo el aire llega á la habitación ya previamente calentado, sino que, en virtud de penetrar continuamente aire fresco, se evita el exceso de presión exterior y el rechazo consiguiente del humo hacia la habitación,

El doctor Williams Siemens ha introducido recientemente en Londres el empleo del gas del alumbrado para la calefacción en chimeneas, obteniéndose con esto una importante ventaja con respecto al empleo de la leña ó del carbón, pues estos combustibles sólidos no prestan en el hogar de la chimenea más que una pequeña parte del calor que pueden producir, mientras que el gas puede aprovecharse casi totalmente en cuanto á su potencia calorífica. Pero la llama del gas no puede utilizarse directamente para este objeto, pues sólo desprende una parte muy pequeña de su calor en estado radiante, toda vez que la radiación calorífica no llega á su grado máximo sino en los cuerpos sólidos incandescentes. Por esto construyó Siemens en 1880 una chimenea, hoy ya muy extendida en Inglaterra, en la que arde el gas del alumbrado, juntamente con cok. Las chimeneas así alimentadas no dan humo, y son muy económicas en cuanto al gasto de combustible. Según los datos suministrados por el mismo Siemens, una habitación expuesta al Norte, de unos 200 metros cúbicos de capacidad, exige para su calefacción durante sesenta y seis días á ocho horas diarias, 116 metros cúbicos de gas, 505 kilogramos de cok y 264 de hulla seca; de manera que el coste de la calefacción puede considerarse como de unos ocho céntimos por hora. Por lo demás, la combustión del gas en chimeneas es más antigua, pues mucho tiempo antes del invento de Siemens se han construído chimeneas, llamadas de gas, en las que, como en la de Siemens, se colocaba en la parte anterior del hogar un tubo de gas provisto de orificios, por los cuales salían otras tantas llamas, que chocaban contra una plancha metálica ondulada de cobre ó latón, y radiaba al interior de la habitación luz y calor; estas chimeneas pueden ser muy eficaces. Para dar lugar á la radiación por medio de sustancias sólidas incandescentes, se ha colocado también, á veces, en el campo de las llamas del gas, trozos de asbesto, y otras veces de arcilla, á los que se daba la forma y el color de pedazos de madera ó de carbón. Entre las chimeneas se incluyen también las llamadas estufas de Franklin, que se parecen á aquéllas en su aspecto exterior, pero cuya disposición es más bien en forma de estufa; de modo que el calor del fuego producido en su interior, actúa por convención sobre el aire, que circula en contacto con la superficie de calefacción, más bien que por radiación, en la cual es sabido que el

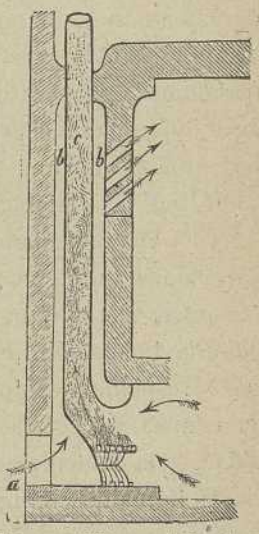


FIG. 250.—Chimenea de Douglas.

calor atraviesa el aire sin influir en su temperatura, y calentando directamente los cuerpos sólidos interpuestos en el camino de los rayos caloríficos.

En cuanto á las chimeneas ordinarias ó francesas, se distinguen por la renovación de aire ó ventilación que producen; pero su efecto calorífico es muy pequeño, pues una vez caliente, el aire desaparece rápidamente por la chimenea. Como consecuencia de esta rápida aspiración del aire interior, llevan consigo esas chimeneas la necesidad de proporcionar al aire del frío exterior fácil ingreso en la habitación, para lo cual hay que dejar abiertas algunas rendijas en las puertas y ventanas, pues de lo contrario, si la habitación estuviera herméticamente cerrada, se llenaría de humo desde el momento en que no hubiera en ella presión bastante para contrarrestar á la atmósfera. En los climas verdaderamente fríos son por lo general insuficientes las chimeneas para la calefacción de las viviendas, pues ocurre con ellas que se tuesta uno por un lado, mientras se hiela por el otro. Si se quiere conservar en tales climas el atractivo que suele ofrecer este sistema de calefacción, hay que reforzar su acción por medio de estufas, ó bien modificar las primeras, adicionándoles tubos que hagan circular por las habitaciones el aire caliente, como se practica modernamente.

Una vez remediados los defectos de la chimenea mediante disposiciones apropiadas, tales como las que apuntamos en las anteriores líneas, hay que reconocer que ningún sistema es más propio, principalmente como decorado de una habitación. El fuego que arde y flamea libremente en su hogar, cuyo resplandor palpitante alumbra mágicamente la cámara con una luz de cambiantes colores, pone la habitación en condiciones de agradable comodidad, y la contemplación del fantástico juego de dichas llamas en las silenciosas horas del crepúsculo tiene realmente un encanto especial, aun para los espíritus menos predispuestos á la poesía. Sin embargo, como ya hemos dicho, es un sistema de calefacción muy defectuoso el de la chimenea para los países fríos, y no á todos los mortales es permitido ofrecer cada año algunas toneladas de leña en un altar casi exterior á la casa para aprovechar tan sólo una pequeña porción del calor engendrado en él. En general, el problema práctico que el hombre aspira á resolver consiste en utilizar del mejor modo posible, y con los aparatos, aquel costoso combustible. Pero esta aspiración sólo puede realizarse por el conocimiento preciso de los principios en que se funda el arte de la calefacción, por cuyo motivo expondremos sus bases, siempre dentro de los límites que corresponden á la naturaleza de esta obra.

PRINCIPIOS DEL ARTE DE LA CALEFACCIÓN

Sabemos ya, por lo que en otro lugar hemos dicho, que la combustión es un fenómeno químico, que consiste en la combinación del cuerpo combustible con el oxígeno del aire. Esta combinación tiene lugar con un desprendi-

miento de calor y luz tanto más intenso, cuanto más rápida y enérgicamente se verifica la reacción. Ahora bien; en esta energía y rapidez influyen, no sólo la naturaleza de la sustancia combustible, sino también la disposición del aparato de combustión y la circunstancia de que el combustible se halle en estado seco ó húmedo, pues en el último caso se emplea en la vaporización del agua una gran parte del calor desarrollado, que resulta, por tanto, ineficaz para el objeto de la calefacción. De todos modos, la potencia calorífica de un combustible se aprovecha tanto mejor, cuanto más completa es la combustión que tiene lugar. La combustión incompleta lleva como consecuencia que el aire que alimenta el fuego arrastre consigo partículas de carbono, ó, lo que es lo mismo, la producción de humo; y si bien es verdad que una gran nube de éste, oscura y en apariencia densa, no contiene más que una cantidad, en peso de carbono, relativamente insignificante, y la experiencia ha demostrado que no siempre se obtiene una economía sensible con los aparatos llamados de combustión de humo, deberemos siempre procurar que la disposición de nuestros aparatos de calefacción sea tal que, á ser posible, no se origine en ellos humo alguno, pues la acción perjudicial de éste no depende sólo del depósito de hollín en la superficie interna de las paredes, que dificulta el paso del calor á través de ellas, y hasta la corriente de aire, sino que también las nubes de humo que salen por las chimeneas impurifican el aire exterior, dando origen á grandes molestias. Las sustancias más apropiadas como combustibles son, principalmente, los compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, como son la hulla, lignito, turba y madera, así como el cok obtenido por la destilación seca de esos mismos compuestos. Modernamente se emplean también mucho como materiales de calefacción el petróleo y el gas del alumbrado. El valor calorífico de estos materiales es muy diverso. Las experiencias practicadas acerca de este valor relativo para la calefacción de un local limitado han mostrado, por ejemplo, que 100 kilogramos de madera de haya, partida en trozos y seca al aire, producen el mismo efecto que 68 kilogramos de carbón mineral, ó, lo que es lo mismo, que un metro cúbico de haya equivale próximamente á 12 quintales de carbón de piedra.

Pero cuando el calor de la combustión quiere aprovecharse para la calefacción, hay que tener en cuenta, además, la influencia que puede ejercer el aparato. Por una parte, es preciso suministrar al combustible, una vez encendido, la cantidad necesaria de oxígeno ó aire; y por otra, hay que cuidar de la eliminación continua del aire, privado ya en parte de oxígeno por la combustión misma y cargado con los productos de ésta (ácido carbónico y vapor de agua). Para sostener la combustión es, pues, indispensable una corriente de aire continua y de intensidad proporcionada, pudiendo servir el color de la llama como prueba de la suficiencia de esta corriente ó tiro. Cuando la llama es corta y de color verde azulado, la combustión de las partículas carbonosas

es más completa; una llama blanca indica una combustión casi completa, mientras que el color rojizo ó gris rojizo es prueba de combustión incompleta.

El calor engendrado por la combustión debe transmitirse al espacio que se quiere calentar, lo cual se verifica en parte por la radiación directa, y de esto nos ofrece ejemplo el fuego libre de la chimenea; pero generalmente se realiza mejor por medio de las paredes que encierran el hogar, y que se calientan, bien por la llama misma, bien por la corriente de aire caliente que parte de ella, como se transmite al aire exterior una elevación de temperatura. Con los aparatos de calefacción no se utiliza, sin embargo, más que una parte mayor ó menor del calor producido. Las chimeneas ordinarias dan un efecto útil de 6 á 10 por 100, á lo más; las de ciertos sistemas perfeccionados dan hasta un 15 por 100; las estufas mejor montadas permiten, en cambio, aprovechar el 85 ó 90 por 100 del calor total engendrado, si bien esto es sólo según el criterio del inventor. De todos modos, siempre hay pérdida de calor; lo que depende de que los gases procedentes del hogar se llevan siempre consigo al exterior una cantidad mayor ó menor de él, circunstancia que no es posible evitar, pues para que exista el tiro natural es necesario que estos gases, producto de la combustión y que se quiere eliminar, sean más ligeros que el aire exterior, y esto sólo puede tener lugar estando más calientes. Ahora bien; si en lugar del tiro natural se quiere producir en las chimeneas un tiro artificial por medio de fuelles ó aspiradores, podría entonces sustraerse á esos gases todo su calor, ó por lo menos casi todo, mediante superficies de calefacción extraordinariamente grandes, cosa que tampoco resulta práctica.

Los gases que, como todos los cuerpos, se dilatan al calentarse, y por consiguiente disminuyen de peso específico, ascienden por esto mismo en el seno del aire más frío que les rodea. Este aire frío y más denso viene á ocupar por la parte inferior el lugar del aspirado por la llama, aportando á ésta nuevas cantidades de oxígeno. La chimenea verifica, pues, la doble función de expulsar el aire impropio para la combustión y allegar las nuevas cantidades necesarias para su sostenimiento. Por lo dicho se comprende que esta doble acción de una chimenea debe depender de la temperatura de los gases que penetran en ella, así como de su sección y altura. Cuanto más alta es una chimenea, con tanto menor exceso de temperatura sobre el aire exterior pueden expulsarse por ella los gases de la combustión, y tanto mejor puede, por consiguiente, aprovecharse el calor. El tiro de una chimenea resulta perjudicado por todo cambio brusco de la dirección vertical, así como por la presencia de otros tubos de chimenea que se abran en sentido directamente opuesto. La chimenea debe sobresalir libremente por encima del tejado, de manera que el humo conducido por ella no se pueda interceptar á su salida por un golpe de viento.

El principio de que en un aparato de calefacción no debe existir un tiro

demasiado fuerte ni demasiado débil, pues en el primer caso se producirían pérdidas de calor superfluas, y en el segundo no sería completa la combustión, obliga á adoptar proporciones determinadas entre las dimensiones de la chimenea y la carga del aparato de calefacción, cuyas proporciones deben calcularse, en cada caso, partiendo de las bases que á continuación indicamos.

La fuerza del tiro aumenta con la altura de la chimenea; de suerte que la velocidad de la corriente es proporcional á la raíz cuadrada de dicha altura, y por tanto habrá de elevarse ésta al cuádruplo para obtener un tiro de doble fuerza, ó, lo que es lo mismo, para que desaparezcan con doble velocidad los gases de la combustión. De esta ley se deduce que en una chimenea que tenga ya una altura considerable, un aumento relativamente pequeño de ésta, ejercerá una influencia insignificante en el tiro. Por altura de la chimenea hay que entender la distancia vertical desde la rejilla del hogar hasta la boca superior de aquélla, de modo que el aumento de longitud determinado por una dirección oblicua del tubo, no produce aumento en la fuerza del tiro, antes al contrario, cuando la inclinación es grande, actúa perjudicialmente, por la mayor resistencia que opone á la corriente gaseosa, en virtud del rozamiento contra sus paredes.

En cuanto á la anchura de las chimeneas, se suelen distinguir dos tipos: el de las alemanas, que son relativamente anchas, y el de las rusas, más estrechas. Estas últimas producen en general un tiro más fuerte; pero por otra parte hay que huir de exagerar la estrechez del tubo con relación á la cantidad de humo que ha de aspirarse, pues entonces la resistencia debida al rozamiento puede neutralizar en gran parte la fuerza del tiro. Tampoco conviene que sea la chimenea demasiado ancha para que no penetre por la parte superior aire frío que se oponga á la ascensión del caliente. La forma de la sección (rectangular, circular, etc.), no suele tenerse en cuenta, por más que es de sospechar que la sección circular sea más conveniente, sobre todo para las chimeneas aisladas, pues con dicha forma es menor la superficie de las paredes para una misma capacidad, y, por tanto, menor también el rozamiento y la pérdida de calor á través de ellas. En las chimeneas de las grandes fábricas se ha establecido, mediante experiencias practicadas al efecto, que los gases procedentes del hogar deben penetrar en ellas con una temperatura de unos 300° centígrados; sin embargo, en las instalaciones más racionales de máquinas de vapor se ha llegado á rebajar esta temperatura hasta cerca de 200°, sin que el tiro resulte demasiado débil, obteniendo así una ventaja considerable en el aprovechamiento del calor.

La naturaleza de las paredes de la chimenea ejerce también notable influencia sobre la intensidad del tiro, toda vez que la temperatura de los gases contenidos depende en parte de la de las paredes, y así se explica que el tiro que se obtiene por medio de chimeneas de piedra sea mayor que el de las chimeneas

de hierro, en virtud de la mayor rapidez con que éstas últimas pierden el calor.

Como quiera que, generalmente hablando, la pérdida de calor por las paredes de la chimenea es muy lenta, se comprende que se prolongue la acción del tiro en éstas durante largo tiempo, después de cesar la combustión en el hogar. Si, por el contrario, se produce un cambio repentino de tiempo, de modo que la temperatura del aire exterior resulte más alta que la del contenido en el interior de la chimenea, se invierte el juego de ésta, es decir, que la estufa viene á insuflar aire en el interior de la habitación, hasta que se haya establecido el equilibrio en la temperatura. Ahora bien; se comprende que mientras dura este tiro inverso de la chimenea ha de ser casi imposible encender fuego en la estufa, pues el humo es impelido hacia la habitación; y como es frecuente que coincida en la primavera la producción de un ambiente templado con el estado despejado del cielo, de aquí la idea errónea que se tiene en algunos países de atribuir directamente á la presencia del sol la formación de humo al encender estos aparatos de calefacción.

La dirección del viento ejerce también gran influencia sobre el tiro de las chimeneas. En efecto; dicha dirección puede ser tal, que el viento oponga un obstáculo á la salida del humo que asciende por aquéllas. Pero pueden proveerse de las chimeneas ciertos aparatos aplicados á su extremo superior, mediante los cuales se impida la acción perjudicial del viento, y aun conseguir que éste, sea cualquiera su dirección, contribuya á aumentar el tiro de la chimenea, aspirando el aire de su interior. Esta acción aspirante del viento puede observarse muchas veces al construir las elevadas chimeneas de los establecimientos industriales, pues así que la altura ha alcanzado determinado valor, se manifiesta un fuerte tiro hacia arriba, aun antes de encender en los hornos fuego alguno. Para que el viento actúe como aspirador, basta que llegue á la cabeza de la chimenea, en dirección horizontal, ó, mejor, oblicua y ascendente. Las coronas adaptadas á las chimeneas como remate arquitectónico, son evidentemente un obstáculo para el acceso á su boca de una corriente de aire ascendente, é impiden, por tanto, la influencia favorable que pudieran ejercer, debiéndose prolongar el tubo medio metro, al menos, de dicha corona, si ha de utilizarse la aspiración que el viento puede producir. Pero para que una corriente aérea horizontal llegue á la boca de la chimenea como ascendente y produzca mayor aspiración, se da á los bordes superiores de la pared una inclinación de unos 45° hacia el exterior, con los que se desvía hacia arriba al viento, que viene á chocar contra dichos bordes. Con el mismo objeto, y con gran ventaja, se suelen colocar también encima de las bocas de las chimeneas planchas horizontales, que no sólo retienen el agua y la nieve, sino que impiden toda corriente de aire descendente que pudiera perjudicar á la acción aspiradora. Entre los aditamentos ó caperuzas de las chimeneas que tienen por objeto favorecer la acción del tiro, se distingue como más conveniente el cons-

truído por el doctor Wolpert (fig. 251), que consiste en un remate cilíndrico, colocado sobre el extremo de la chimenea, de diámetro mayor que ésta y con una techumbre también saliente. Esta pieza cilíndrica deja un espacio vacío anular entre sus paredes y las de la chimenea, por el que puede penetrar el viento y ejercer su acción aspiradora. El techo impide la acción directa del sol, así como la caída del agua y de la nieve en el interior.

La rejilla es otra de las partes más importantes de los aparatos de calefacción. Consiste en un suelo ó base, sobre el que se coloca el combustible, y agujereado á fin de dejar al aire atmosférico libre paso á través de sus orificios. Generalmente es de hierro. Cuando se emplea como combustible la madera, la rejilla se apoya directamente sobre el suelo del hogar y es paralela á éste; pero cuando se usa el carbón, se suele adaptar á un espacio hueco ensanchado hacia la parte superior, con objeto de que el combustible pueda cubrirla por completo y se evite así la entrada de aire frío, excepto por la parte inferior. El empleo de una buena rejilla es indispensable para obtener el máximo efecto útil con el menor dispendio de combustible.

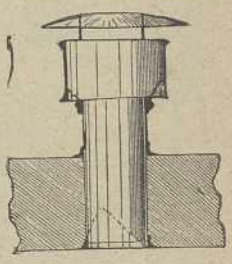


FIG. 251.
Caperuza de Wolpert.

La rejilla tiene por objeto hacer lo más extenso posible el contacto del aire atmosférico, rico en oxígeno, con el combustible, y que, por consiguiente, sea también lo más completa la combustión de éste. Para ello es necesario dejar al aire bastante espacio libre para que pueda obedecer al tiro, al mismo tiempo que se sostenga en la posición conveniente el combustible. Según los diversos fines de la calefacción y las sustancias combustibles empleadas, varían las disposiciones de las rejillas, siendo muchas las propuestas, pues esta cuestión tiene una importancia especial, sobre todo para los hornos de las calderas de vapor.

Pero también para los hogares comunes se han inventado rejillas perfeccionadas, y una de las más convenientes para estufa es la construída por el ingeniero de Berlín, Scholl, que puede aplicarse, con poco dispendio, á cualquier estufa, y cuya disposición es visible en el corte vertical de una de éstas, representado en la fig. 252. Consiste, como todas las demás, en una serie de varillas paralelas, de sección triangular ó cuadrangular, unidas entre sí por un marco rectangular que se aplica contra las paredes de la estufa. Por la parte anterior se halla la superficie de la rejilla á unos cinco centímetros de altura sobre el suelo, mientras desciende un poco hacia el fondo, y está limitada en este punto por una pared para impedir la caída del combustible. Así que se ha encendido el fuego, se cierra la parte del hogar situada encima de la rejilla, y todo el aire queda, por tanto, obligado á pasar á través de ésta y del combustible.

Otra disposición especial de rejilla es la de Heiser, de Berlín; en ella se

halla la rejilla en el hogar en posición oblicua, descendente hacia el fondo, bajo un ángulo de unos 45°, y el espacio del hogar por encima de esta rejilla va estrechando hacia el mismo fondo, por medio de un tabique inclinado, contra el cual se apoya el carbón vertido sobre la rejilla oblicua, de tal modo que su descenso á lo largo de ésta es lento, carbonizándose entretanto, para arder por completo sobre otra rejilla horizontal que se adapta á la primera. Para obtener una combustión lo más completa posible del humo, penetra aire por encima de la rejilla inclinada y contra la pared en que se apoya el carbón incandescente, mezclándose á los gases procedentes de la parte inferior del hogar y al humo que los acompaña, al que quema por completo. Por este medio, así como también mediante la rejilla Scholl, se obtiene una combustión más económica, haciendo rendir al combustible mayor proporción de calor.

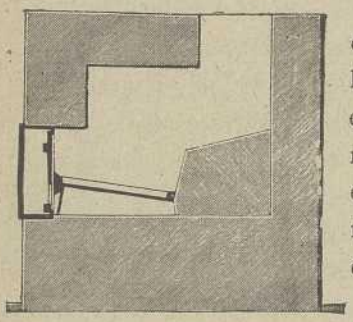


FIG. 252.—Rejilla de Scholl.

En la disposición común de las rejillas, el tiro domina, por lo general, inmediatamente detrás de la portezu ela, y el combustible que queda hacia el fondo no se pone en contacto con el aire sino imperfectamente. Cuando las dimensiones de la estufa son muy grandes, se protege la rejilla por medio de una armadura de ladrillos para que pueda resistir mejor el peso del combustible.

En cuanto al tamaño de la rejilla, se suele adoptar la medida de 75 á 95 centímetros cuadrados de superficie por cada libra de combustible que ha de quemarse en una hora. Los intersticios entre las barras de la rejilla son mayores ó menores, según la clase de combustible, midiendo unos cinco milímetros cuando éste es la madera, de 8 á 12 para el carbón de piedra, y de 12 á 18 para la turba.

Respecto al hogar, hay que advertir todavía que su altura debe ser suficiente para que pueda desenvolverse bien en su interior la llama, por lo cual suele adoptarse para ella el valor de 15 á 20 centímetros cuando se quema carbón de piedra, de 33 á 36 cuando el combustible empleado es madera dura ó lignito, y de 40 á 50 cuando es turba ó leña floja. El hogar tiene una portezuela que sólo debe abrirse para extraer ó remover el combustible, cerrar herméticamente y estar provista de una compuerta para regular el tiro.

Para los grandes hogares, y particularmente para los de las calderas de vapor, se han puesto en uso modernamente construcciones especiales de rejillas planas, cuya superficie la forma un gran número de varillas delgadas, con lo que resultan intersticios, también muy numerosos, por los que puede penetrar el aire; circunstancia convenientísima para la combustión de los materiales muy divididos.

Después de este ligero estudio, debemos ocuparnos de los aparatos más importantes para la calefacción de las habitaciones, ó sean las estufas.

ESTUFAS

Al fijar en ellas nuestra atención, no puede menos de impresionarnos, en primer término, la gran diversidad de su construcción. Desde luego, en la elección del material que haya de emplearse no puede perderse de vista el fin á que las estufas se destinan, que es transmitir al aire de la habitación el calor producido por la combustión y comunicado inmediatamente á las paredes de la estufa. Los cuerpos buenos conductores del calor han de absorber más rápidamente el engendrado en la combustión, calentándose más pronto ellos mismos; pero además pierden también más ese calor con más rapidez que los malos conductores, con los cuales ambos efectos exigen un intervalo de tiempo mayor. La naturaleza del problema hace que la elección quede limitada á dos sustancias, arcilla y hierro, la última de las cuales es mejor conductora del calor que la primera, y según los casos particulares se elige una ú otra, ó bien se trata de aprovechar las ventajas de ambas, empleándolas asociadas; así, hay estufas de barro, estufas de hierro y en parte de barro.

Según la forma y manera de alimentar las estufas de combustible, existen unas que pueden proveerse de él con intervalos de tiempo, mientras que otras se cargan de una vez para un día entero, por ejemplo. Finalmente, la manera de abandonar el calor da origen á la distinción de estufas radiantes, estufas de circulación de aire y estufas de ventilación. Tales factores, combinados en diversas formas, según los casos, han determinado la variedad existente en la construcción de las estufas. Pero antes de entrar en pormenores creemos conveniente explicar la manera cómo obra la estufa en general.

Así como en la chimenea reviste gran importancia la radiación calorífica de la llama, en la estufa tiene este hecho un lugar secundario; pues aunque no deja en absoluto de verificarse, tiene mayor influencia en el efecto útil el calentamiento del aire que se pone en contacto inmediato con la superficie exterior del aparato. Al calentarse, este aire se dilata, adquiere menor peso específico, y se traslada, por tanto, á la parte más alta de la estancia, dando lugar á que venga á ocupar su sitio un aire más frío y denso. De tal modo se origina una circulación continua, que ocasiona un calentamiento gradual y uniforme en todo el espacio de la habitación, por lo menos á una misma altura, pues hasta cierto punto siempre se han de manifestar desigualdades en la temperatura, toda vez que si en un momento dado cesa la causa de la circulación, ó sea el calentamiento por la estufa, se acumulan en el fondo las capas de aire más densas y frías, y hacia el techo las más calientes y ligeras. Así, pues, con la estufa hay que resolver el problema de que el calor de la combustión se comunique desde ella al aire lo más completamente posible, y de

modo que los gases no lleguen á la chimenea más calientes de lo necesario para sostener el tiro, al mismo tiempo que abandonen también este calor restante al aire de la habitación.

Para sustraer el calor lo más completamente posible estos gases de la combustión, se les conducen por tubos más ó menos largos, en los que se prolonga la superficie de la estufa misma, y que se calientan por consiguiente, á su contacto. Según la naturaleza del material de que se constituyen estos tubos, se requiere que tengan mayor ó menor longitud, pues es evidente que el aire procedente del hogar abandonará mucho antes su calor cuando pase en contacto con paredes buenas conductoras, que cuando marche por tubos de arcilla, que no se calientan sino con lentitud; de aquí que los tubos de hierro tengan, por lo general, menos longitud que los de obra. La instalación de dichos tubos es el factor más importante en el arte del estufista, pues es preciso que exista cierta correspondencia entre el calor recibido y el emitido por las paredes del aparato, que no existan obstáculos que se opongan á la circulación del aire en su interior, y que el aire exterior y frío de la cámara pueda con igual facilidad alcanzar á dichas paredes y calentarse por su contacto con ellas.

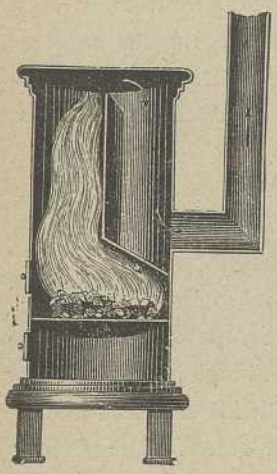


Fig. 253.—Disposición interna de una estufa de hierro.

En los casos más sencillos, con las estufas de hierro de construcción antigua (fig. 253), la circulación de los gases del hogar se verifica dentro del mismo aparato mediante un tabique vertical que le obliga á ascender por un lado y descender por el otro, antes de salir al tubo de tiro que se abre en la parte inferior. Los gases de la combustión ceden la mayor parte de su calor á las paredes de hierro de la estufa á través de este corto camino, y después á las del tubo que los conduce á la chimenea propiamente dicha. Más complicada es la disposición de los tubos de tiro en las estufas de barro, de las que la figura 254 nos ofrece un modelo usado en el siglo XVI. Por lo demás, la forma de zig-zag que en ésta se observa, es empleada de nuevo en muchas construcciones modernas de estufas, y por los felices resultados que proporciona se ha dado desde hace mucho tiempo á tales estufas el calificativo de económicas.

En cuanto á la conformación exterior de estos aparatos, es digno de ser imitado el gusto artístico de la Edad Media, en la cual no se miraba á la estufa simplemente como objeto de necesidad, sino que se procuraba también convertirla en un adorno de las habitaciones, en cuyo concepto no han vuelto á recobrar importancia hasta una época reciente, en que el arte y la industria comienzan á vivir más hermanados. La estufa representada en la fig. 254 se colocaba en un lado de la habitación, cuya pared se señala en corte vertical.

En dicha figura, *D* es un canal destinado á conducir el aire al hogar desde el exterior, y por medio del cual se trataba de impedir que fuera aspirado rápidamente el aire caliente del interior, lo que prueba que entonces no se concedía importancia á la ventilación de la pieza, y esto todavía suele ocurrir en la actualidad en los países fríos; *a* es una válvula reguladora de la fuerza del tiro, lo mismo que *b*, en la parte que da salida al humo; ambas válvulas estaban provistas de cuerdas ó cadenas suspendidas dentro de la habitación por medio de contrapesos. *C* es un orificio de la estufa, que generalmente permanecía cerrado; *P*, la caja de la misma, en cuyo interior estaba situado el hogar, y sobre el que se adaptaba una vasija rectangular con agua, que no sólo servía para mantener húmedo el ambiente de la habitación, sino que suministraba en cualquier momento agua caliente para los usos de la casa. La dirección del tiro está indicada por las flechas. La estufa era construída toda ella de ladrillos, y por consiguiente constituía un foco duradero de calor, si bien se hacía, en cambio, muy incómoda la operación de encenderla. Por lo demás, y á pesar de su título de económica, semejante estufa debía consumir demasiada leña. Por los dos ejemplos citados se comprende ya cuánto influye la naturaleza del material en la construcción que hay que dar á la estufa; con

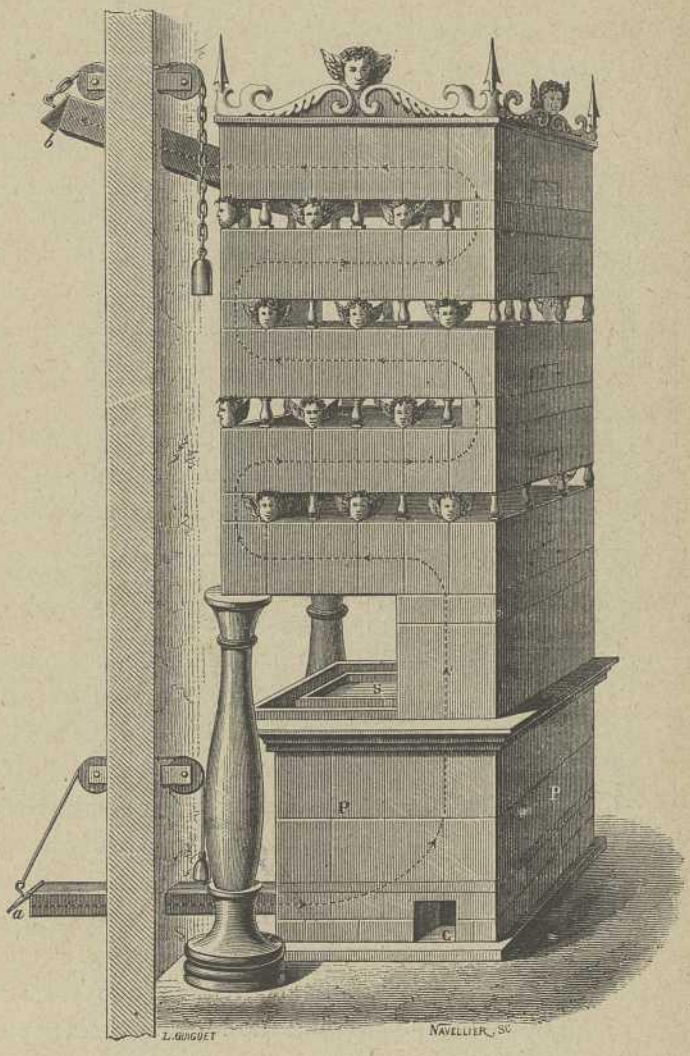


FIG. 254.—Antigua estufa económica alemana del siglo XVI.

sustancias malas conductoras del calor hay que proveerla de largos tubos para aprovechar éste en lo posible, toda vez que las paredes no son capaces de transmitirlo con bastante rapidez. Esto último sólo puede realizarlo un material tan buen conductor como el hierro.

En tal sentido, las estufas destinadas á actuar para templar el aire durante largo tiempo mediante la provisión del calor recibido, tienen que ser de una construcción muy sólida, que exige á la vez una disposición interna especial. De esta clase son las estufas llamadas de Berlín, y las rusas. Las primeras tienen aceptación particularmente en el Norte de Alemania, mientras que las segundas, construídas con mucha mayor solidez, son preferibles en las regiones más frías, donde es de más importancia el sostenimiento del calor que la rapidez en obtenerlo. Las estufas de Berlín sirven lo mismo para fuego de leña que de carbón, y debido á las baldosas de loza que se emplean en su construcción, tienen en general un aspecto agradable.

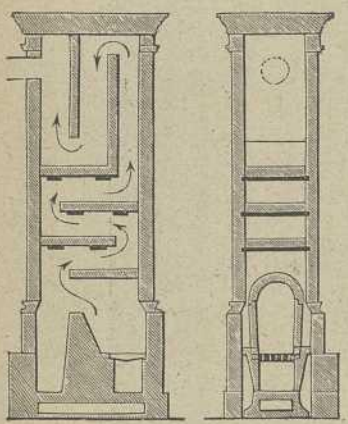


FIG. 255. FIG. 256.
Estufa de Berlín.

Las figuras 255 y 256 representan una de estas estufas, dispuesta para fuego de leña. El hogar es abovedado y está construído de arcilla refractaria. El fuego se dirige primero hacia el fondo entre dos lengüetas horizontales, después hacia arriba y la parte anterior, luego hacia el fondo, ascendiendo de nuevo y pasando, por último, á la parte anterior, donde se abre el tubo de salida.

Tales estufas son menos á propósito para el empleo del carbón como combustible, que de la leña, pues se ennegrecen los adornos de la parte inferior, lo cual hace menos agradable su aspecto; además, en virtud de lo elevado de la temperatura producida por la combustión del carbón, se desprenden las junturas de las losas, por muy fuertes que sean.

Las figuras 257 á 262 representan una de estas estufas de Berlín, perfeccionada, en diferentes cortes. Entre las ventajas que ofrece esta construcción de estufa, resaltan la de un calentamiento rápido del suelo por medio de canales de aire colocados en la parte inferior (enrejados en la fig. 257), y la rápida producción de aire caliente mediante un tubo *ad hoc*, situado en la parte central de la estufa: al mismo tiempo se ha cuidado también en ella de conservar el calor por las gruesas paredes (de cinco á seis centímetros de espesor), y los revestimientos, también de gran espesor, que rodean á la parte media que contiene el máximum de calor.

La fig. 257 representa la vista exterior de la estufa; la 258, el perfil *g h*; la 259, el perfil *i k*; la 260, la proyección horizontal de una sección en *a b*;

la 261, la sección horizontal en *c d*, y la 262, la sección horizontal en *e f*.

Como se comprende por la inspección de estas figuras, el fuego marcha desde el hogar, *1*, á través de los aspiradores que se ensanchan y estrechan alternativamente, y que ocupan la parte central de la estufa, de abajo arriba, y mediante tubos de hierro, que parten de estos espacios, suministra calor antes de que el ladrillo haya podido calentarse de un modo notable. Dichos aspiradores se subdividen hacia la parte superior de la estufa, y descienden por ambos lados por la anterior hasta una plancha de hierro, *2*, que cubre los canales de aire antes citados, y por cuyo calentamiento el aire situado sobre el suelo, es decir, el más frío, se calienta también rápidamente; de esta manera pueden satisfacer su deseo, antes que con las estufas ordinarias, las persona que necesitan calentarse los pies. Por último, los aspiradores continúan desde la plancha *2* hacia lo alto por la parte posterior de la estufa, reuniéndose todos junto al techo para desembocar en la chimenea.

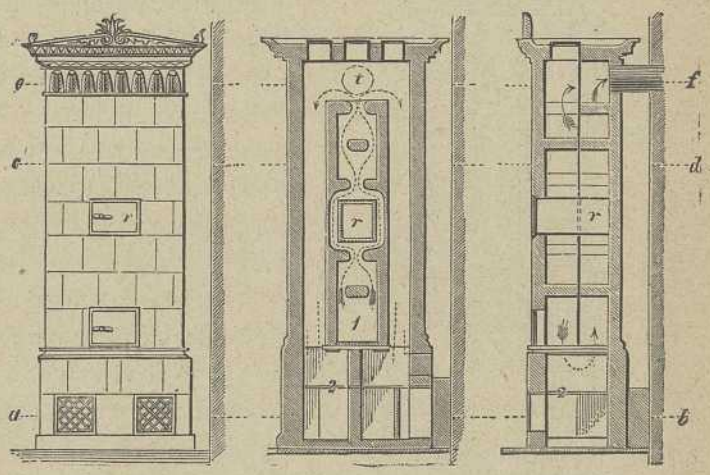


FIG. 257. FIG. 258. FIG. 259.

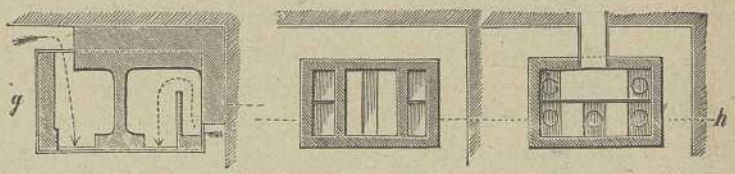


FIG. 260. FIG. 261. FIG. 262.

Estufa de obra berlinesa perfeccionada.

Una estufa construída con tal conocimiento de la materia debe satisfacer por completo las aspiraciones naturales en un país frío, así en cuanto á la rapidez de la calefacción como en lo concerniente al más completo aprovechamiento posible del calor; pues en efecto, las partes férreas de los tubos dan un rendimiento inmediato de calor, y las gruesas paredes de arcilla permanecen activas largo tiempo después de apagado el fuego.

Los tubos caloríferos constituyen una parte muy interesante de estas estufas, y podría obtenerse una economía de combustible hasta de un 20 por 100, si estos tubos se unieran entre sí y con el techo de la estufa, mediante un canal de aire con paredes de palastro que tuviera una longitud y una anchura pró-

ximamente la mitad que las de la parte saliente de los tubos. Mejor es todavía colocar entre las dobles paredes de la estufa un canal para la circulación del aire, de sección rectangular que rodeara las paredes internas á una distancia de unos 10 centímetros, y que se abriera por arriba en el techo de la estufa, y por debajo desembocara lateralmente en la cámara por encima del hogar. De este modo se obtendría, al mismo tiempo que una transmisión rápida del calor, una activa circulación de aire en la habitación, que contribuiría á hacer uniforme la temperatura. Partiendo de este mismo principio, se han dispuesto también las estufas en cuestión en forma de ventiladores, mediante canales que conducen aire puro desde el exterior á la parte baja de la estufa, en cuyo interior se calienta el aire y sale por encima, ya caliente, á renovar la atmósfera.

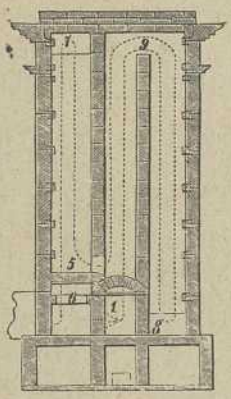


Fig. 263.

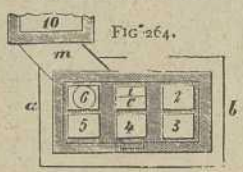


Fig. 264.

Fig. 265.

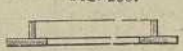


Fig. 266.

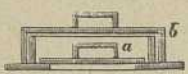


Fig. 267.

Estufa rusa.

Entre las estufas de Berlín y las rusas no existe en rigor ninguna diferencia esencial, si no es el mayor espesor y solidez de construcción, en virtud de lo cual, antes de llegar al aire de la habitación el calor engendrado por la combustión, tiene que calentar una masa de ladrillo bastante considerable, que no abandona sino de un modo gradual. Los tabiques internos, lo mismo que las paredes exteriores, son también gruesos, y actúan por su masa como reguladores, de un modo análogo al volante de una máquina de vapor. Como es natural, este sistema admite asimismo numerosas modificaciones. Las figuras 263 á 267 representan una de estas construcciones, en sección vertical, en sección horizontal y en sus detalles más importantes. Tales estufas se construyen de obra fuerte, que se calienta en poco tiempo con un fuego vivo, y que después suelta el calor con lentitud durante largo rato.

El hogar *1* está cubierto hacia el fondo, y por la mitad próximamente por una bóveda bastante gruesa, que descansa sobre tirantes de hierro, los cuales, á su vez, sirven también como áncoras para las paredes laterales. En la sección horizontal (fig. 264) vemos esta bóveda que se prolonga hasta *c*, donde la llama penetra en el primer canal de tiro ascendente, que, adelgazado en este punto por la bóveda del hogar, produce una llama fuerte y alargada, á la manera de los tubos de lámpara rectangular. Esta estrangulación se reproduce en los canales de tiro allí donde éstos presentan alguna curvatura, lo cual

aumenta considerablemente la fuerza del tiro. Desde el canal *1* pasa la corriente al canal *2*, por el cual desciende, y en cuya parte inferior atraviesa el orificio *8*, para ascender de nuevo á lo largo del canal *3*, el que desde penetra en el *4* por el orificio *9*, descendiendo sobre la bóveda del hogar para entrar en el *5*, limitado inferiormente por una pared, salir por el orificio *7*, descender por el canal *6*, y, finalmente, atravesando una garganta, en donde se halla el registro para interceptar el tiro, sale á la chimenea. La disposición de esta garganta se halla representada en las figuras 263, 264 y 267. Consiste en una plancha cuadrada de fundición de hierro, con un orificio circular en el centro, y empotrada en el punto señalado con el número 6. El orificio tiene ocho centímetros de diámetro, un reborde vertical de unos 25 centímetros de altura, y de otro horizontal dentro del anterior, de unos 15 milímetros, según se ve en *B*. Una tapadera, *a*, también de fundición de hierro y con un mango, se adapta exactamente al borde interno del orificio, que cierra, mientras que una segunda tapadera, *b*, mayor que la anterior, puede colocarse de modo que sobresalga del reborde vertical del orificio y proporcione un cierre más seguro que éste. Después que ha ardido el combustible (leña), se colocan estas tapaderas á través de la portezuela, para lo cual puede cogérselas por la parte inferior del canal *5*, levantando la tapa *5*. La estufa rusa se construye con ladrillos de pared, y en las partes de menor espesor, con tejas, que se enlazan entre sí mediante arpones de hierro. La portezuela del hogar suele ser de fundición de hierro, ó bien de palastro, y doble, llevando además un registro para graduar el tiro. Al encender la estufa se llena el hogar por completo con trozos menudos de leña, á los cuales se prende fuego, teniendo abierta del todo la portezuela; después se cierra ésta y se gradúa el tiro por medio del registro, de modo que la combustión marche por sí sola, lo más activamente posible.

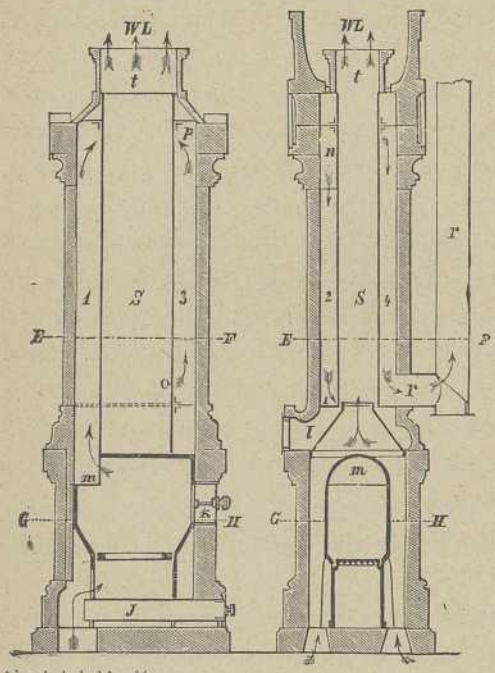
En estas condiciones, no sólo es lo más rápida y completa la transmisión del calor á la obra de mampostería, sino que se consigue también que no se forme nada de humo, y que el hollín depositado en un principio en los canales de tiro, se queme después por efecto de la elevada temperatura que éstos adquieren, de tal modo que semejantes estufas no exigen que se las limpie. Una estufa de esta clase sólo se enciende una vez al día, durante cuyas veinticuatro horas comunica á la habitación una temperatura bastante uniforme. Para darles un aspecto más agradable se las suele revestir, como las alemanas, con planchas de loza ó azulejos.

Las grandes ventajas que, tanto las estufas rusas como las berlinesas, ofrecen para hacer agradable una vivienda, les dan, á pesar de su elevado coste, mayor aceptación cada día; máxime cuando los esfuerzos de las artes plásticas les han comunicado también formas y detalles artísticos, y su capacidad para recibir el vidriado y el color les permite desempeñar honroso y útil papel en el decorado de las habitaciones. Como ejemplo de lo dicho

pueden servir las estufas de azulejos y mayólica que modernamente se construyen, según los modelos antiguos más elegantes. (Compárese tomo IV, figura 180).

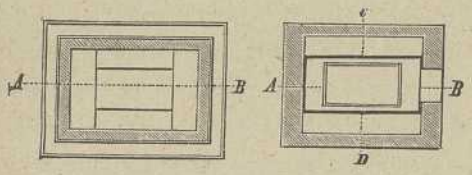
Por otra parte, esa misma cualidad que poseen de conservar el calor, y que las hace tan ventajosas para ciertos fines, constituye un defecto en otros casos, puesto que á ella va unida la de exigir largo tiempo para ser encendidas. El deseo de remediar este inconveniente ha conducido ya en Berlín á emplear las estufas de hierro; pero en otras construcciones se ha ido todavía más lejos, haciendo de hierro las paredes del hogar, que son las que reciben primeramente el calor, y sólo se ha empleado la arcilla en las restantes partes del aparato. Las figuras 268 á 271 nos muestran la manera de realizar esta combinación, según un proyecto del arquitecto municipal de Wurttemberg, G. Morlok, en el que encontramos también un sistema ventajoso de ventilación. La estufa se enciende con hulla ordinaria y cok desde la habitación misma, y su disposición es la que vamos á describir, con el auxilio de las adjuntas figuras. Las paredes exteriores de la estufa, que tiene una forma prismática rectangular, están construídas todas de ladrillos huecos y vidriados; la sección interna del prisma es un poco mayor hacia la base, donde recibe la caja de hierro suelta que forma el hogar, dejando así espacio suficiente para la dilatación de esta caja; la superficie interna de la pared puede revestirse con arcilla refractaria, para protegerla contra la acción del fuego directo. La caja del hogar de fundición de hierro (señalada en nuestro dibujo por la línea negra y llena) está construída con bastante solidez, con objeto de que sea duradera, y cerrada por encima en las cinco sextas partes de su longitud, en forma de bóveda semicircular, con objeto de que la llama se concentre en el punto de

Fig 268 Fig. 269.



Aire de la habitación. Sección. Sección.

Fig. 270. Fig. 271.



Sección. Sección.

Estufa de arcilla y hierro de Morlok.

salida, y obtener así una combustión lo más completa posible. Dicha caja se estrecha hacia la parte de la rejilla, para que se sostenga mejor sobre ésta el combustible. La parte inferior se halla agujereada para recibir el cenicero *f*, y por la posterior presenta una abertura que permite la entrada del aire de la habitación hasta la rejilla. Toda la parte superior de la estufa está dividida por cuatro tabiques de palastro en cinco canales rectangulares, de los cuales los exteriores sirven como aspiradores de los gases de la llama, y el del centro, más ancho, para el tiro del aire destinado á la calefacción, á cuyo fin atraviesa también el techo de la estufa. La acción calorífera tiene lugar del modo siguiente: el combustible se introduce en la caja del hogar, y se enciende por el orificio *k*, provisto de una doble portezuela (véase la fig. 228). Desde aquí asciende la llama por el orificio semicircular *m* al extremo posterior del canal *1*, y en la parte superior de éste penetran los gases por *n* (fig. 271) en el canal *2*, por el cual son conducidos hasta la plancha *i i;* pasan por el orificio *o* al canal ascendente *3*, y por *p* al descendente *4*, desapareciendo, por último, por *r*, en a chimenea. Por efecto del calentamiento se produce una fuerte aspiración de[1] aire en el canal central *S*, y este aire aspirado es en parte el que penetra por la rejilla del hogar y alimenta la combustión; pero otra parte mayor asciende alrededor de la caja del hogar, y después de calentarse por el contacto de todas las paredes internas, sale á la habitación por el extremo superior, *t*, que puede contener un depósito de agua para humedecerlo.

De este modo, mientras que se suministra á la habitación una gran cantidad de aire caliente, y se produce, por tanto, una calefacción uniforme y rápida, se calientan también al mismo tiempo todas las paredes macizas de la estufa, almacenando en ellas tal cantidad de calor, que después de apagado el fuego, se sostiene en la estancia largo tiempo la temperatura alcanzada y la circulación del aire.

Como el humo no se pone en contacto por la parte superior con ninguna superficie horizontal, sino que los canales de tiro se hallan separados simplemente por planchas de palastro, dicho humo sólo puede depositarse en la parte inferior, y, por tanto, basta limpiar esta parte por alrededor del hogar, para lo cual existe en *l* un orificio apropiado, cubierto por una tapadera que puede decorarse de un modo semejante al del hogar. Mediante ciertas modificaciones en éste y en la rejilla, puede también esta estufa hacerse apta para el empleo de la leña y de la turba como combustible, así como para ser encendida por fuera. Además, como la división de la parte superior en canales de tiro no afecta á la sección externa, queda en libertad el gusto arquitectónico para hacer de este aparato de calefacción un objeto muy á propósito para locales grandes y elegantes.

Para que sea más completa la representación de esta clase de estufas, añadiremos todavía la descripción de un modelo muy conveniente, construído

de arcilla y hierro, y propuesto por el arquitecto Herrmann, de Munich. Esta estufa, de la que ofrecemos varias vistas y cortes en las figuras 272 á 280, se halla provista de cajas de aire y tubos de circulación del mismo, á más de los tubos verticales de tiro.

Semejante construcción puede, por lo demás, adoptarse con cualquier sistema de estufas, y por la independencia entre la caja de aire y la pared exterior de obra, permite que se le dé la configuración arquitectónica que se quiera, así como que se la decore á voluntad. Lo mismo que la representada en las figuras 268 y 269, la expresada estufa tiene sólo tubos de tiro verticales, que se hallan separados por simples tabiques de palastro. Sobre todo, en una y en otra, y para defender el hierro del desgaste por la acción directa del fuego, no existe ninguna parte férrea al nivel de la llama, y sólo se hace doble el espesor de la plancha en las partes más próximas, bastando un revestimiento con arcilla en aquellas que sólo han de ponerse en contacto con el humo caliente para evitar su oxidación. Las dimensiones de la caja de aire dependen de la forma y dimensiones exteriores de la estufa, de modo que entre la caja de aire y las paredes de obra quede un espacio de unos nueve ó diez centímetros de espesor para la aspiración del humo. Cuanto más alta es la caja del aire, tanto más rápido é intenso es el calentamiento del que la atra-

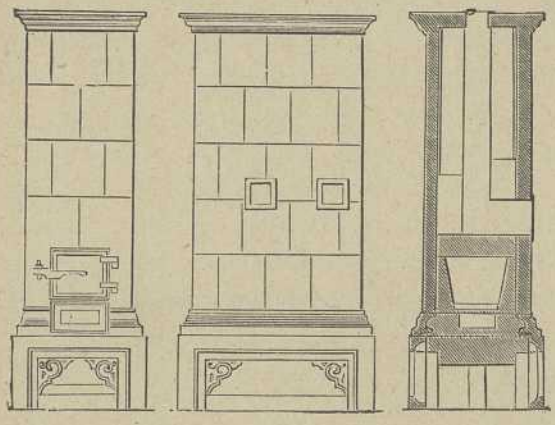


FIG. 272. FIG. 273. FIG. 274

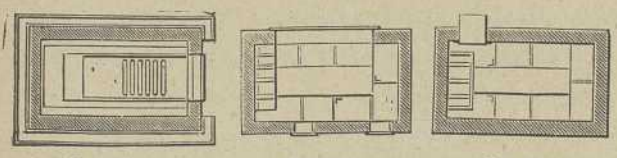


FIG. 275. FIG. 276. FIG. 277.

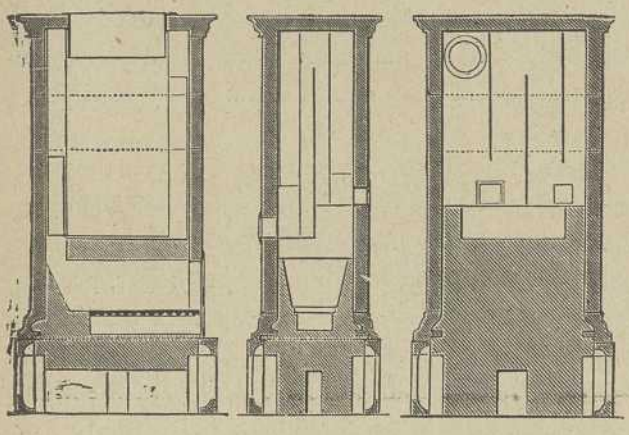


FIG. 278. FIG. 279. FIG. 280.

Estufa de arcilla y hierro del arquitecto Herrmann.

viesa. Por esto en las grandes estufas se conduce ya el aire desde el nivel del suelo, por el zócalo del aparato, entre las paredes del hogar y las exteriores. Pero en las estufas de tamaño ordinario, el aire frío penetra en la caja ó depósito por un tubo horizontal, al nivel de su parte inferior, como muestra la fig. 277. Se puede también convertir este tubo en calorífero, dándole suficiente diámetro y dotándolo en la parte anterior de una portezuela metálica agujereada.

Los tubos de tiro se forman entre láminas de palastro adosadas á la caja de aire, y comunican en sus extremos por medio de recodos metálicos. El número de estos tubos conviene que sea impar, pues en este caso se tiene la ventaja de que el último, que cae al lado del primero, se halla separado tan sólo de éste por ambos extremos mediante planchas metálicas, que en cuanto comienza á encenderse el fuego se calientan, y la acción del calor transmitido por dichas planchas al último de los canales favorece considerablemente el tiro. Además, siendo esta aspiración hacia lo alto, como sucede cuando el número de los canales es impar, la elevación del aire y del humo en la chimenea se hace sensible en todo el resto del aparato. El aire contenido en el depósito interior se calienta también rápidamente por la influencia del que le rodea en los canales de tiro, y sale con gran velocidad á la cámara que se quiere caldear, sin que lleguen á ponerse incandescentes las paredes metálicas de dicha caja, aun en los momentos en que la calefacción es más intensa. Por otra parte, se calientan gradualmente los ladrillos de las paredes exteriores, y forman con las paredes del hogar, construídas de piedra, un depósito de calor que se transmite durante muchas horas al metal de la caja de aire y á la atmósfera de la habitación, después de apagado el fuego.

Como quiera que la construcción del hogar es completamente independiente del depósito de aire y de las láminas que forman las paredes de los canales de tiro, pueden aplicarse estas estufas á la calefacción por medio de hogar externo ó interno, así como emplearse en ellas para combustible la leña, el carbón de piedra, el cok, la turba, etc., sin más que modificar, según los casos, la disposición particular del hogar mismo de la rejilla y del cenicero.

Se ha demostrado que con estas estufas, y bajo condiciones locales desfavorables, basta con un metro cuadrado de superficie metálica en la caja de aire para cada 86 metros cúbicos de capacidad en la habitación que se quiere calentar, pudiéndose elevar la proporción hasta 130 metros cúbicos de capacidad para un metro cuadrado de superficie de hierro, en circunstancias más favorables. En general se ha establecido, mediante experiencias practicadas con tal objeto, las siguientes reglas prácticas acerca del empleo de estufas comunes ó con depósito de aire. Para producir en un espacio de A metros cúbicos de capacidad una elevación de temperatura de $t—t'$ grados Reaumur

por hora, se necesita una superficie de caldeo *H*, dada por las siguientes fórmulas:

Para la fundición de hierro: H = 0,00077 A (t—t') metros cuadrados.

Para el ladrillo: H = 0,00172 A (t—t') metros cnadrados.

Si la estufa tiene una superficie *e* de hierro, y una superficie *k* de ladrillo (en metros cuadrados), el valor de la capacidad que puede ser caldeada en las condiciones antedichas resulta, por consiguiente:

$$A = \frac{1297\ e + 581\ k}{2\ (t-t')} \text{ metros cúbicos,}$$

cuya fórmula es también aplicable á las estufas con depósito de aire.

El consumo de leña en dos horas para una habitación de *A* metros cúbicos de capacidad, sometida al enfriamiento, asciende á $x = 0{,}0001$ A (t—t') libras; otro tanto puede calcularse para el lignito. Empleando el carbón de piedra, el consumo se reduce á los $^2/_3$, mientras que con la turba se eleva á $^6/_5$ de aquel valor.

Merece también mencionarse en este punto la estufa de calefacción de aire, construída modernamente por el ingeniero Born, de Magdeburgo, y que consiste en una caja prismática cuadrangular de palastro ondulado, contenida dentro de un marco de fundición de hierro, dentro de la que se halla un cuerpo de mampostería bastante grueso, alrededor del cual circulan los gases procedentes del hogar. Dicho cuerpo de mampostería almacena el calor y lo transmite al espacio que se quiere caldear por medio de la caja de hierro, después de apagado el fuego.

Las estufas últimamente descritas se destinan principalmente á la calefacción de grandes espacios; pero para muchas de las habitaciones ordinarias se exige que la adquisición de la estufa no sea muy costosa, que el aparato no ocupe demasiado sitio, y que transmita rápidamente el calor, á más de sostenerle durante algún tiempo después de cesar en él la combustión.

Una de las estufas que satisfacen estas condiciones es la construída por el ingeniero Seitz, en Stuttgart, y representada en las figuras 281 á 283. Las paredes externas de esta estufa son de palastro, forrado con arcilla, y de la forma que actualmente se halla muy generalizada en Suiza, sustituyendo á las estufas de obra, que son más costosas, tanto en su instalación como en su entretenimiento. De las tres figuras citadas, la 281 representa la estufa en corte vertical; la 282 en corte horizontal por encima de la rejilla, y la 283 en corte horizontal, practicado en la región de los canales de tiro de paredes de ladrillo. En los canales *a a* asciende la llama y los gases que la acompañan, mientras que la corriente sigue una marcha descendente á través de los *b b*; *c c* es el espacio donde se calienta el aire; *e e* la pared de mampostería, y *f f* el cilindro calorífero de fundición de hierro. Las dimensiones de la estufa varían se-

gún la capacidad del espacio que ha de calentar; para las habitaciones ordinarias basta, por ejemplo, un diámetro de cinco á siete decímetros, y una altura de unos dos metros. La calefacción puede hacerse en ellas por medio de la leña, hulla, cok ó turba, y además puede añadírseles fácilmente un aparato de ventilación, que las hace apropiadas especialmente para escuelas, salas de estación, etc.

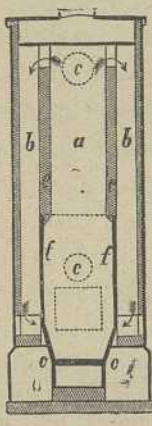


Fig. 281.

Fig. 282.

Fig. 283.

Estufa de Seitz.

Por último, y como ejemplo de esta clase de aparatos de calefacción, merece todavía ser mencionada una estufa de arcilla y hierro, de construcción completamente nueva, según patente Rieger. Estas estufas, construídas por el fabricante F. Rieger, en Esslingen (fig. 284), se distinguen por su sencillez y comodidad, y deben proporcionar un calor muy suficiente y constante, con un consumo de combustible relativamente pequeño. La estufa tiene una base de fundición de hierro, sobre la cual descansa la caja del hogar, construída de barro refractario y revestida de ladrillos, cuya disposición se comprende fácilmente por la figura. Entre el hogar y los canales de tiro se halla, limitando superiormente el pie de hierro del aparato, una plancha movible, *i*, por medio de la cual puede recogerse en el cenicero el hollín que se desprende durante la limpieza. La parte superior del aparato es también de ladrillos, y puede prolongarse hasta la altura conveniente. Cada capa de ladrillos se halla entre dos tubos de hierro que los retienen fuertemente. La dirección del tiro se halla indicada por las flechas, y los tabiques que sirven de guía para esta marcha consisten en planchas de hierro, *b*, unidas entre sí en ángulo recto, y que pueden girar sobre goznes indicados en *c*, con lo cual se facilita considerablemente la limpieza de la estufa.

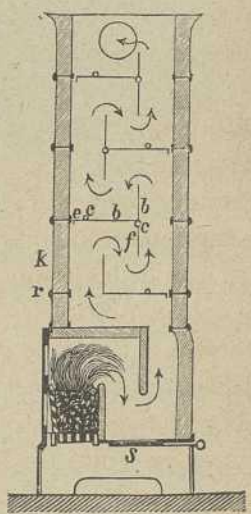


Fig. 284.
Estufa de arcilla y hierro, patente Rieger.

Los ejemplares estudiados hasta ahora permiten reconocer que en las estufas el material de construcción ejerce la principal influencia, toda vez que de él depende la mayor ó menor rapidez en la absorción del calor á los gases de la llama y en su restitución al aire de la cámara. Seguramente, cualquiera clasificación que se intentara hacer de las estufas tendría que basarse, hasta cierto punto, en esta condición puramente externa, pues la misma disposición interior determinada por el objeto que la preside, depende también de los medios que hayan de ser-

vir para realizarla. Así, pues, habiendo hablado primeramente de las estufas de obra, y á continuación de las construídas en parte con material arcilloso y en parte con hierro, es natural que pasemos á ocuparnos de las construídas con hierro solo.

El hierro es un material empleado ya desde muy antiguo en la construcción de estufas, por su duración, su buena conductibilidad calorífica y la facilidad con que puede dársele cualquiera forma mediante la fusión. Las estufas de hierro ofrecen la ventaja de que absorben fácilmente y emiten con rapidez al exterior el calor desarrollado por la combustión; pero como consecuencia de esta misma rapidez ocurre que, cuando el fuego es intenso, radían un calor muy fuerte, y cuando el fuego se apaga, se enfrían también con mucha rapidez. Estas propiedades de las estufas de hierro sólo son satisfactorias en ciertos casos; pero además hay que añadir que la fundición de hierro, puesta incandescente por la gran elevación de temperatura producida en la estufa, se deja atravesar fácilmente, según enseñan experiencias recientes, por diferentes gases, tales como el hidrógeno, el óxido de carbono, etc., obteniéndose, por consiguiente, una impurificación del aire de la habitación, nada favorable á la salud, y que, por último, al ponerse en contacto con dichas superficies incandescentes, se quema el polvillo de sustancias orgánicas que existe siempre en mayor ó menor cantidad en el aire, lo que da origen á ese conocido olor desagradable que se hace perceptible en las estufas cuando, después de algún tiempo de descanso, son encendidas de nuevo. Era, pues, cuestión de remediar los citados inconvenientes para utilizar las indudables ventajas de las estufas de hierro; ventajas que consisten principalmente en que, aun dándoles formas artísticas y bonitas, pueden adquirirse á un precio relativamente bajo, y en que, por efecto de la facilidad que ofrece el expresado material para su labor, puede con ellas ponerse en práctica, sin gran esfuerzo, cualquier sistema de construcción, y, por consiguiente, obtener un máximum de efecto útil.

El primer perfeccionamiento de las estufas de hierro consistió en adicionarles una cubierta, también de hierro, abierta por abajo y por arriba, y que dejaba entre sus paredes y las de la estufa propiamente dicha un espacio anular estrecho, á través del cual se verificaba una circulación uniforme y rápida del aire de la habitación, que daba origen á una sustracción y continua de calor al cuerpo de la estufa, oponiendo así un obstáculo considerable á la incandescencia de éste.

Una de las construcciones más antiguas é imperfectas de las estufas de hierro es la de las llamadas estufas de cañón, que actualmente se utiliza todavía con frecuencia para la calefacción de oficinas y pequeñas habitaciones. La fig. 285 representa una estufa de esta clase. Como quiera que el tubo de tiro es en ella corto y va á parar directamente á la chimenea, los gases calientes son rápidamente absorbidos y se malgasta mucho combustible. Para reme-

diar este inconveniente se procura hacer que dichos gases recorran un largo camino por medio de tubos que forman varios ángulos, ofreciendo así mayor superficie de calefacción. En la fig. 253 hemos dado la vista interior de una de estas estufas; pero es evidente que los medios empleados para hacer más conveniente su uso han de influir sólo débilmente; por otra parte, la adición de tubos largos de hierro produce un efecto poco agradable á la vista; aparte de que tales tubos se queman y agujerean con facilidad, por cuya causa resulta caro el sistema. De aquí que se pensara en otras disposiciones. En lo que se refiere á la forma externa, se comprende que pueden imaginarse multitud de modificaciones capaces de evitar dicho mal aspecto; pero la poca duración de los tubos depende de la naturaleza misma del material, y por consiguiente, la única manera de combatirla consiste en someterlos á un enfriamiento lo más rápido posible, y en este concepto ofrece alguna ventaja el sistema de dobles paredes á que antes nos hemos referido.

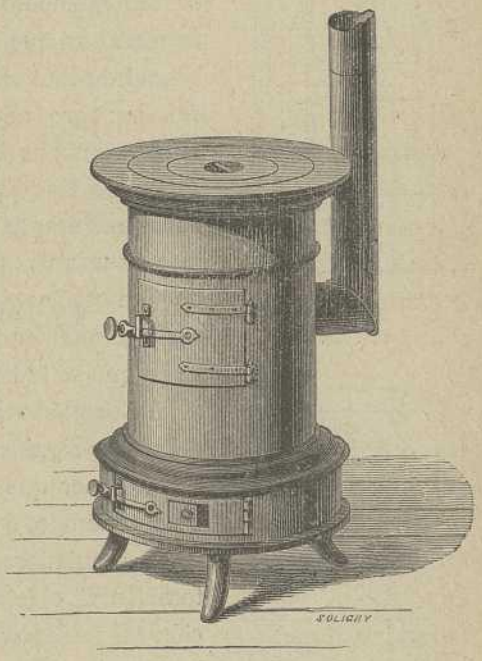


FIG. 285.—Estufa de cañón.

Las figuras 286 á 288 representan, en un corte vertical y dos horizontales, el modelo de este último género construído por el consejero de arquitectura G. Morloch, de Wurttemberg. Esta estufa se halla dispuesta para hulla. La caja del hogar de fundición de hierro la forma un cuerpo hueco esférico, de paredes gruesas, limitado en su parte inferior por la rejilla y unido por arriba con un cilindro de palastro, que se divide, hacia la parte superior, en dos tubos de tiro de sección cuadrada que envuelven una caja de aire ó calorífero, y luego se reunen por encima de ella antes de penetrar en la chimenea. La portezuela para introducir el combustible se halla en la parte cilíndrica. El conjunto de la estufa está encerrado en una cubierta exterior de fundición de hierro, cuya forma y decorado corresponde en su estilo al de la habitación, y se halla abierto por arriba y por abajo para dejar circular el aire entre estas paredes y las de la estufa. Efecto de esta rápida circulación son enviadas á cada instante nuevas cantidades de aire, todavía sin calentar, al contacto de los tubos, á los que protege así contra un caldeo excesivo. Una parte del calor es también recogido por las paredes de esta cubierta exterior, si bien el material que las forma no es apropiado para rete-

nerlo largo tiempo. Las estufas de hierro sólo pueden suministrar calor en tanto que permanece encendido el fuego en ellas; en cambio no es necesario que esta combustión sea muy viva, y sí sólo lo preciso para que el calor producido continuamente compense el enfriamiento, ó mejor la pérdida de calor experimentada al mismo tiempo. Se han construído estufas especiales destinadas á realizar este fin, sin necesidad de que se haya de atender constantemente á la renovación del fuego. Tales estufas tienden á llenar, en primer término, la condición de que se pueda regularizar con exactitud en ellas la combustión, á partir del momento en que el aparato ha adquirido la temperatura que se quiere sostener constante. La posibilidad de esto se halla en la regularización del acceso del aire; pero además se exige para realizar dicho fin que no haya necesidad de sustituir en cortos intervalos de tiempo las pequeñas cantidades de combustible consumidas durante ellos, sino que pueda cargarse el aparato de una vez para largo rato, pues el sostenimiento de una combustión lenta y uniforme sólo puede obtenerse manteniendo cerrado el aparato desde el momento en que se le llena y prende fuego.

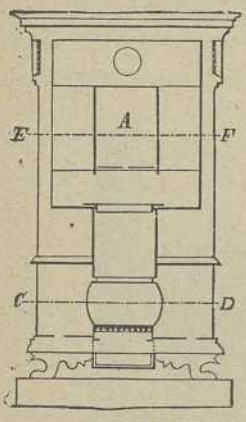


FIG. 286.

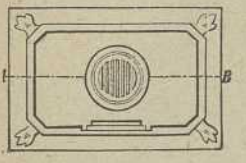


FIG. 287.

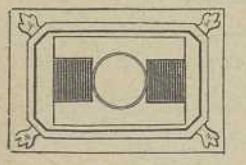


FIG. 288.
Estufa de dobles paredes.

Tales puntos de vista, incluyendo además la comodidad que significa para el consumidor la circunstancia de no tener que llenar más que una vez la estufa en mucho tiempo, condujeron á la construcción de las estufas reguladoras. Su forma primitiva, que respondía también al objeto de hacer utilizables para la calefacción los residuos ó desperdicios de los materiales combustibles, como son las virutas de la madera, las impurezas de la turba y otras, se encuentran todavía en uso en las provincias septentrionales de Holanda. Consiste este aparato de calefacción primitivo en un cilindro de palastro, provisto en su parte superior de una tapadera, y en su parte inferior de una rejilla estrecha, que se llenaba hasta arriba de combustible, después de haber plantado un palo en la dirección de su eje. Se prendía fuego por arriba, de manera que la combustión se transmitía en la mas de un modo análogo á como sucede en los altos hornos. La condición característica de estas estufas consiste, pues, en que se vertía en ellas de una vez toda la cantidad de combustible necesaria para una calefacción prolongada por unas seis á doce horas, mientras que la combustión tenía lugar de un modo gradual y uniforme. En las estufas holandesas de este género la combustión se transmitía de arriba á abajo, y, según este mismo principio, se han

puesto en práctica diversos modelos. Pero en contraposición á ellas se han construído también estufas reguladoras, en las que la combustión se iniciaba en la base de la columna de combustible, sosteniéndose por un descenso lento y gradual de éste. Desgraciadamente no siempre sucede así, pues ha ocurrido diferentes veces con tales estufas que se ha inflamado toda la pila de combustible de una vez, resultando de aquí un desarrollo de calor muy grande y hasta peligroso para la estufa y para los objetos que la rodean. En cambio el sistema ofrece la ventaja de que el combustible viene calentándose de antemano, sufriendo una transformación muy conveniente para la combustión completa.

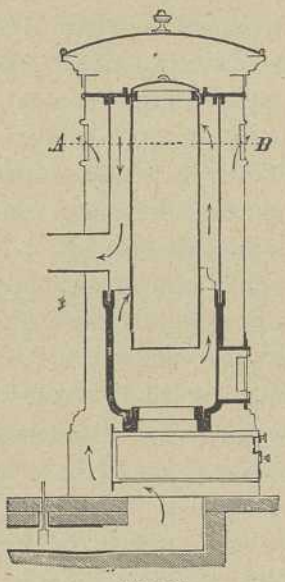


FIG. 289

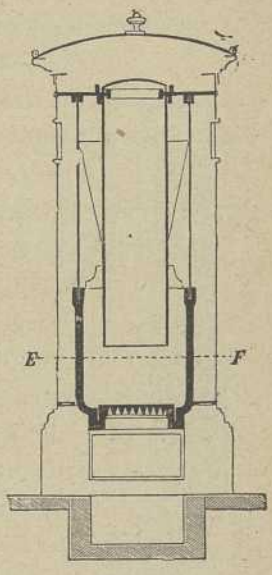


FIG. 290.

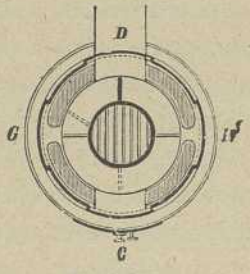


FIG. 291.

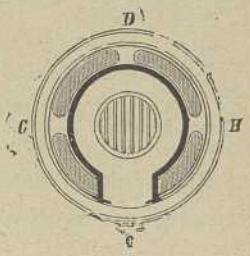


FIG. 292.

Estufa de Delaroche.

Las figuras 289 á 292 dan idea de una de estas estufas, que se cargan de una vez y se encienden por abajo. El modelo representado aquí ha sido construído por el francés Delaroche, y se distingue de los otros en que en él se evita en lo posible el citado peligro de la inflamación simultánea de todo el material combustible. La caja del hogar de fundición de hierro, paredes gruesas y forma cilíndrica, tiene una prolongación de igual diámetro, cerrada superiormente por una plancha horizontal. En esta alargadera se halla un segundo cilindro más estrecho, que penetra en parte en la caja del hogar, y en el que se introduce el combustible. Este cilindro está cerrado por arriba con una tapadera que se adapta sobre una capa de arena, con objeto de que no pueda salir por ella humo ni entrar aire, condición necesaria para que pueda arder el combustible dentro de este cilindro. La caja del hogar se halla provista en su parte inferior lateral de un tubo rectangular de fundición, al que se aplica la portezuela, que cierra herméticamente. La marcha de la combustión puede observarse á través de

una lámina de mica aplicada á un orificio de la portezuela; la combustión se sostiene porque, á medida que se consume el combustible en el hogar, es reemplazado por una nueva porción que cae del cilindro interior, hasta que se consume todo. El cenicero tiene una compuerta destinada á graduar la entrada del aire; los gases de la combustión ascienden desde el hogar por entre los dos cilindros, y después descienden por los tubos de tiro hasta llegar á la chimenea, en la forma que indican las flechas. La entrada del aire por entre la estufa y la cubierta exterior que la rodea se verifica á través de un canal, que se abre libremente al exterior, y que puede interceptarse parcial ó totalmente por medio de una compuerta. La entrada del aire se realiza por el pie de la estufa, y después de calentarse sale por los orificios que existen en la parte superior de la cubierta externa. Es, pues, este sistema muy conveniente también para la ventilación.

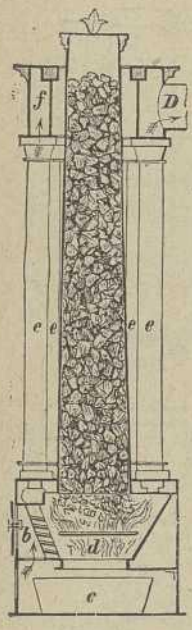


FIG. 293.
Estufa del doctor Wolpert.

Las estufas reguladoras han alcanzado rápidamente gran aceptación, en virtud de las ventajas indudables que presentan; de tal modo, que hoy se fabrican, según modelos más ó menos originales, en casi todos los talleres de construcción de objetos de hierro. Uno de los tipos más convenientes es el inventado por el doctor Wolpert, en Kaiserslautern, del cual damos el dibujo en sección en la fig. 293. En primer término, la estufa tubular de Wolpert puede servir como estufa para ser cargada de una vez con cok y los residuos del mismo, pero además es posible utilizar esta construcción como estufa ordinaria para otros combustibles, hulla y leña. Puede también construirse sencilla, ó con dobles paredes; en el primer caso (como representa nuestra figura), se hallan libres al exterior los tubos que la forman, y se adorna su superficie, mientras que en el segundo la estufa propiamente dicha es tosca, adornándose tan sólo la cubierta que la envuelve. Nuestro dibujo representa la sección vertical de una estufa tubular ordinaria. Inmediatamente encima del hogar se halla el cilindro de carga, que se estrecha ligeramente hacia lo alto, y que se halla cerrado superiormente por una tapadera que se introduce en arena. Para cargar la estufa se quita esta tapadera, y se vierte el combustible por un embudo adicional. La estufa tiene dos rejillas, una lateral oblicua, *b*, con varillas giratorias, que se halla detrás de una portezuela que cierra herméticamente y tiene una válvula de rosca, y otra rejilla horizontal, *d*, sobre la que tiene lugar la combustión. El cenicero *c* puede extraerse por una puertecita especial. Los gases de la combustión ascienden por los tubos *e*, en forma de columnas, y de ellos hay un gran número por todo alrededor del cilindro de carga; todos desembocan en un depósito anular *f*, que comunica con la chime-

nea por el tubo *D*. Para encender la estufa se quitan algunas varillas de la rejilla oblicua *b*, y se enciende una hoguera con madera encima de la rejilla horizontal *d*, sobre la que se ha echado previamente una pequeña porción de carbón. Cuando el fuego está ya ordenadamente en marcha, se llena por completo el cilindro superior de combustible. La principal novedad en esta estufa consiste en la disposición del aparato de tiro, pues ascendiendo los gases procedentes del hogar por gran número de tubos relativamente estrechos, se obtiene una gran superficie de calefacción, y, por consiguiente, también una proporción muy favorable de aprovechamiento del calor. A medida que la combustión avanza, desciende el combustible á lo largo del cilindro de carga, y si se quiere mantener la estufa continuamente funcionando, hay que introducir de tiempo en tiempo una especie de gancho por la rejilla oblicua *b*, y después de separar la rejilla inferior, hacer salir la escoria. Adaptando una cubierta á esta estufa, queda convertida en un activo aparato de circulación de aire, y puede también recibir una disposición que la convierta en estufa ventiladora, sin más que hacer penetrar el aire exterior por la parte inferior de la envoltura, lo cual implica evidentemente la necesidad de procurar salida al aire viciado en el interior de la cámara por medio de orificios.

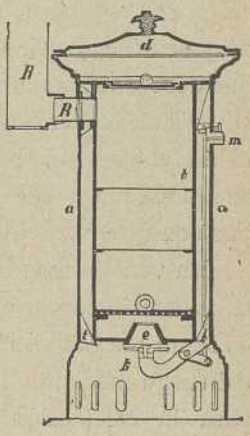


FIG. 294.—Estufa reguladora de Rits-Kustermann.

En otras estufas de este género, como, por ejemplo, en la reguladora patente Cordes, se calienta previamente el aire destinado á sostener la combustion en el hogar, obligándole á recorrer los depósitos caloríferos construídos de piedra refractaria, antes de penetrar por la rejilla. Así adquiere una temperatura muy ventajosa para que la combustión sea más rápida y completa.

Un efecto análogo se obtiene con las ya citadas estufas, en que la combustión se propaga de arriba á abajo. La fig. 294 representa en sección una de estas estufas, llamadas reguladoras, debida á Rist - Kustermann. La cubierta exterior cilíndrica de fundición de hierro, *a a*, tiene por debajo, en el pie del aparato, aberturas longitudinales verticales, por las que penetra el aire frío de la habitación, que asciende en la forma conocida por entre el tubo de la estufa propiamente dicha, *b b*, y la pared externa, á medida que se calienta por el contacto con aquélla, saliendo de nuevo á la habitación á través de orificios que hay en la tapadera *d*. La caja cilíndrica de carga *b* puede quitarse y ser repuesta por medio de un asa, y descansa sobre cuatro cuñas, *f*, soldadas en la parte inferior de la envoltura externa. Dentro de dicho tubo se halla la rejilla, que puede colocarse en tres alturas diferentes, como se hace visible en el dibujo, cuyas disposiciones de la rejilla corresponden á la dura-

ción mayor ó menor que se quiere dar al fuego. El tubo de carga lleva en el fondo un orificio cónico, *e*, á través del cual llega ó no el aire á la rejilla, según que la válvula *h* se halle más ó menos separada de este orificio, ó cerrándolo por completo, lo cual se realiza mediante un sencillo mecanismo adaptado á la pared de la envoltura externa, y que se pone en movimiento en *m*, por medio de una llave. La ceniza que atraviesa la rejilla se acumula alrededor del orificio cónico, pero no puede caer á través de él porque la parte de la rejilla que está directamente encima, no tiene rendijas, sino que se halla formada por una porción maciza. Cuando el combustible se ha consumido por completo, se separa el tubo interior de carga, se limpia de la ceniza que contiene, y se llena de nuevo con carbón. La unión del cilindro de carga con el tubo de tiro *R*, adaptado á las paredes exteriores de la estufa, es muy sencilla, y puede comprenderse fácilmente por la figura. Sobre el carbón, que debe quedar un poco por encima de la abertura de la chimenea, se colo can virutas encendidas, y después de cerrar el tubo por la parte superior, mediante anillos superpuestos ex profeso, se abre la válvula del orificio inferior, y se gradúa por medio de ella la marcha más ó menos acelerada del fuego, y, por consiguiente, el calor transmitido por el aparato á la habitación.

La ventaja más importante de este sistema de estufas consiste en que no es necesario cargar el combustible ni extraer la ceniza y demás residuos dentro de la misma habitación, y además en poder disponer á voluntad de la marcha del fuego mediante la válvula del orificio *e*, así como también aprovechar para la calefacción en estos aparatos los combustibles más económicos é impuros. Esta última circunstancia es la que los recomienda de un modo especial, sobre todo para las clases poco acomodadas. Según resulta de la experiencia, lo más que se necesita para un local de unos 100 metros cuadrados de capacidad son dos cargas al día (hasta la rejilla inferior), que representan cerca de unos 10 kilogramos de carbón muy menudo.

La disposición del modelo descrito es de una sencillez que casi no puede excederse ya; pero á su lado se nos ofrecen otros mucho más complicados, y que, á pesar de esto, no siempre responden á sus nombres de modelos perfeccionados. Sin embargo, no puede desconocerse que el efecto máximo no se alcanza generalmente con los aparatos más simples y primitivos, sino que muchas veces exige disposiciones sumamente artificiosas. Muchos son los ejemplos que podríamos citar en apoyo de esta idea; pero nos limitaremos á hacer ligeras indicaciones respecto de los aparatos de calefacción más complejos, pues de todos modos éstos se destinan más bien á la calefacción de grandes espacios que á satisfacer las necesidades domésticas.

Una de estas estufas más conocidas, y de extraordinaria sencillez, es la inventada por el profesor Meidinger, en Karlsruhe. Ha sido probada contra el frío, por decirlo así, pues los buques de la última expedición alemana al Polo

Norte iban provistos de ella, y el jefe de la expedición, capitán Koldeway, ha manifestado que en ninguno de sus viajes por las regiones árticas ha poseído un medio tan excelente de calefacción, y que la estufa de Meidinger tuvo también, juntamente con los demás elementos de defensa reunidos en el equipo, su influencia propia en el sostenimiento de un estado de salud completamente satisfactorio en la tripulación, toda vez que por medio de ella se disfrutaba en los camarotes, no sólo de una temperatura de 12 á 16°, sino también de una ventilación excelente. La estufa de Meidinger, representada en la fig. 295 en corte vertical, y en la 296 en corte horizontal, está construída en forma de un cilindro provisto de una especie de láminas radiales salientes al exterior, á modo de aletas. Es un hecho conocido desde muy antiguo que las superficies toscas ó irregulares radían más calor que las lisas; pero la aplicación práctica de esta verdad física, en lo que se refiere á la calefacción de las habitaciones, no tuvo lugar hasta que en la Exposición Universal de París de 1867 se presentó una estufa inglesa provista de esa especie de costillas verticales en dirección radial. Meidinger adoptó esta disposición en el cuerpo de su estufa, como indica claramente la fig. 296.

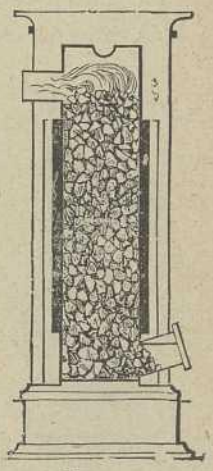


FIG. 295.

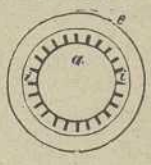


FIG. 296.
Estufa de Meidinger.

La construcción de Meidinger se distingue de todas las demás conocidas, en que en ella no existe ni rejilla ni cenicero. Es principalmente apropiada para el empleo de la hulla y del cok, si bien puede emplearse también el lignito, aunque ofrece menos ventajas que los anteriores. Consiste en un cilindro de carga de fundición de hierro, *a*, y una doble envoltura, *e*, abierta por arriba y por abajo, que descansa sobre un zócalo, *g*, también de fundición de hierro, y que lleva 4 pies; por lo alto termina en una tapadera, *f*, agujereada. La portezuela del hogar se halla inmediatamente encima del zócalo. El cilindro de carga se compone de varias porciones anulares, la más baja de las cuales tiene un cuello lateral oblicuo y cerrado herméticamente por una portezuela, mientras que el anillo superior lleva el tubo lateral de comunicación con la chimenea y la tapadera; entre ambos anillos terminales se hallan comprendidos de tres á cuatro más. La portezuela *k* del anillo inferior puede levantarse para quitar la ceniza, ó bien desviarse lateralmente, dejando una abertura más ó menos grande para la entrada del aire, con lo cual se logra graduar el tiro. Se puede así conducir la combustión de modo que la carga entera del cilindro se consuma en tres, ó, por el contrario, en veinticuatro horas, y por consiguiente sostener, aunque débilmente, la combustión durante la noche. Cuando la portezuela se cierra por completo, se apaga el fuego

Es evidente que, antes de echar una nueva carga, debe arder por completo toda la anterior. El cierre empleado en la estufa de Meidinger es sencillo y práctico. La desviación de la portezuela puede verificarse simplemente con el pie. El borde superior del anillo que lleva el cuello lateral de entrada del aire está en parte cerrado por una plancha en forma de media luna, para obligar al aire á que atraviese por el centro de la masa de combustible, y para que éste no pueda caer hacia adelante en dicho cuello. Todas las superficies de contacto de los anillos entre sí y con el zócalo se revisten cuidadosamente con una marga exenta de arena.

Una de estas estufas, funcionando durante sesenta y cinco días, y veintiuno de ellos día y noche, sin interrupción, en el crudo invierno de 1870 á 71, mantuvo la temperatura de tres habitaciones, que en total contenían una capacidad de 202 metros cúbicos, y en las que existían cinco ventanas, de tal modo constante, que el valor medio durante la mañana fué de 15° Reaumur, al mediodía de 18 y por la tarde de 17, siendo en los días más fríos la diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior nada menos que de 39° Reaumur. El consumo de cok para producir semejante efecto fué de 19 quintales, y, por consiguiente, el gasto diario en combustible no excedió de unos 38 céntimos de peseta, excluyendo las virutas para encender el fuego; en una estufa ordinaria de hierro, y haciendo uso de la hulla como combustible, el gasto hubiera sido, en igualdad de circunstancias, de cerca de 50 céntimos. A lo dicho hay que añadir que el calor producido por la estufa de Meidinger es muy suave y uniforme, pudiéndose considerar, por consiguiente, este modelo como uno de los mejores en todos conceptos.

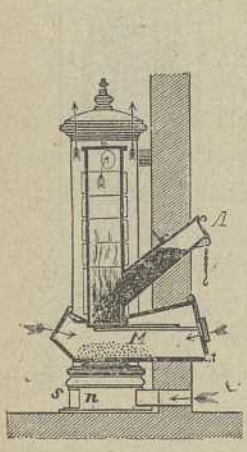


FIG. 297.

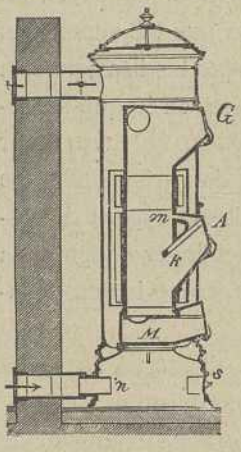


FIG. 298.

Estufa dicha de cuba.

Como estufas prácticas merecen también mencionarse las representadas en las figuras 297 y 298, construídas en los talleres de Kaiserslautern. La figura 297 muestra una de estas estufas para la calefacción de un corredor; la 298 la representa en la disposición en que puede utilizarse para la calefacción de dos habitaciones contiguas. Cuando el combustible se emplea en trozos grandes, como, por ejemplo, de cok ó de hulla y lignito, se verifica la carga del aparato por el orificio superior *G*; el combustible más menudo se introduce por el orificio inferior *A*. En el primer caso el manejo de esta estufa es igual al de todas las de la misma clase, y puede, por consiguiente, mante-

nerse cerrado el orificio *A*, ó bien utilizarse para observar y graduar la combustión. Cuando se emplea un combustible dividido, por el contrario, se enciende primeramente una llama sobre la rejilla, y se vierte por *A* el resto del combustible, de manera que no se extinga el fuego. Para que sea más completa en este último caso la combustión, se introduce por los canales *k* aire previamente calentado. El orificio *m* sirve para dar salida á los gases ascendentes que proceden del combustible empleado en este calentamiento previo, los cuales desembocan en *m* sobre el fuego principal, y arden allí en unión del resto del combustible. Bajo la rejilla se halla el cenicero *M*, en el que se introduce una caja para recoger la ceniza. Tanto ésta como las escorias se hacen caer á través de la rejilla, removiendo la masa. El aire de la habitación tiene entrada por *s* y se calienta circulando por entre las dobles paredes del aparato. En *n* hay otra entrada de aire frío, bien procedente del corredor, como en la figura 297, ó bien de la habitación inmediata á la en que está situada la estufa, como en la figura 298. La envoltura exterior de la estufa puede ser de una sencilla plancha lisa de palastro ó de fundición de hierro y más ó menos adornada.

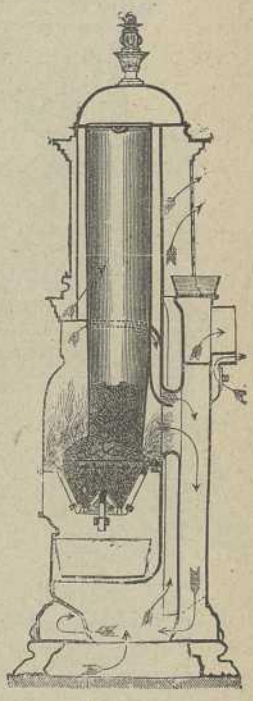


FIG. 299.
Estufa de Lönholdt.

Otro modelo de estufas de este género, que recientemente ha alcanzado mucha aceptación, es el de Lönholdt, representado en la fig. 299, y cuya disposición tiende principalmente á producir una circulación muy activa del aire de la habitación, y por consiguiente una distribución lo más uniforme posible del calor. El aire de la habitación es aspirado por el fondo del aparato á través de un orificio en el zócalo, que se calienta mediante el paso por su interior de los gases procedentes del hogar. Dicho aire asciende en contacto con las paredes del cuerpo interior de la estufa y de los canales de tiro, y sale de nuevo á la pieza á través de orificios existentes en la pared superior y posterior, en donde adquiere la humedad conveniente mediante vasijas evaporatorias situadas *ad hoc* en esta parte del aparato. Si al orificio del zócalo se une un canal para conducir el aire, entonces la estufa suministra á la habitación aire caliente y puro, procedente del exterior. En esta estufa es también característica la rejilla, por cuya disposición se asegura el suministro abundante de aire al combustible, lo cual, por otra parte, es necesario, pues en estas estufas se quema principalmente antracita y cok procedente de las fábricas de gas. Estos combustibles deben estar previamente divididos en trozos del tamaño de nueces, y su necesidad especial es la causa que limita hasta cierto punto el em-

pleo de semejantes estufas. La manera de servirse de éstas es muy sencilla. Después de cargarlas y encender el fuego, se establece la graduación del tiro por medio de un tornillo, que á este fin tiene la portezuela del cenicero, así como también por medio de la válvula en forma de ventana que hay en la parte posterior; la estufa se carga de nuevo todos los días. Entre sus ventajas más notables se citan particularmente la imposibilidad de que el

FIG. 300.—Estufa de Schmölcke, construída en los talleres de Kaiserslautern.

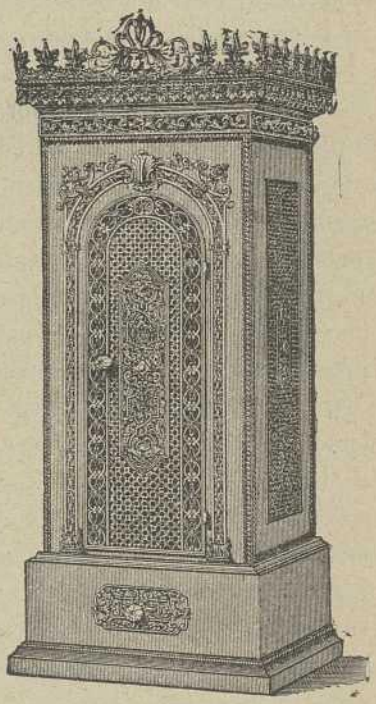


FIG. 301.—Cubierta exterior de una estufa de fundición de hierro y adornada.

hierro que forma el aparato llegue á ponerse incandescente, lo completo de la combustión, junto con la economía del combustible, y, por último, el carácter higiénico y agradable del calentamiento producido en la estancia por el intermedio del aire y del agua evaporada, así como de una prudente ventilación.

Como complemento á lo que antecede, no dejan de ofrecer interés algunos ejemplos acerca del estilo de ornamentación usado en las estufas de hierro. Elegimos para ello algunos modelos construídos en los talleres de Kaiserslautern, y representaremos la estufa en forma de chimenea del arquitecto Schmölcke (fig. 300), destinada á la calefacción de grandes espacios

donde se reune mucha concurrencia, como salones de Sociedades, restaurants, escuelas, etc., y perteneciente á la clase de las que se cargan de una vez para largo tiempo y calientan por circulación de aire, al mismo tiempo que ventilan la atmósfera. La radiación directa del calor, de tan desagrables efectos, se evita por completo en este aparato mediante las paredes exteriores que lo envuelven, y la incandescencia del hierro se hace también imposible por medio de un revestimiento de obra. Representamos después una envoltura prismática cuadrangular (fig. 301), y otra hexagonal (fig. 302), dentro de las cuales puede suponerse incluída una estufa de cualquier sistema, puesto que ahora sólo nos fijamos en el decorado exterior.

Considerando en conjunto el estado en que actualmente se halla el arte de la calefacción de nuestras habitaciones, observaremos, ante todo, que las estufas de hierro hacen cada día mayor competencia á las de obra, que tan agradables resultados dan por más de un concepto, toda vez que las primeras, no sólo aventajan á éstas en la disposición práctica que puede dárseles en duración y belleza, sino que rivalizan también en elegancia con las más costosas estufas de porcelana y loza. En cuanto á las estufas reguladoras particularmente, son también más económicas en el consumo de combustible y ocupan menos espacio, por lo cual resultan más convenientes que ningunas otras en los casos en que hay escasez de éste. Sin embargo, la economía de combustible que en ellas se obtiene sólo es de tener en cuenta cuando haya de emplearse el cok ó la hulla, pues los combustibles más baratos, como menudos de carbón, lignito, etc., arden mucho mejor en las estufas ordinarias.

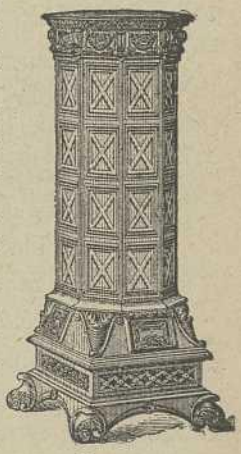


FIG. 302.
Envoltura hexagonal de fundición de hierro para estufa.

Las estufas reguladoras no pueden aplicarse en modo alguno al empleo de la turba y la leña como combustible, ni tampoco se prestan, por lo común, á los usos de cocina, y por lo mismo no tienen gran aceptación en las viviendas ordinarias de familia, donde se aspira á utilizar la estufa como manantial de calor para todos los fines que puedan ofrecerse. En general, sólo tienen aplicación oportuna allí donde se trata de sostener el fuego durante todo el día, sin que sea necesario remover ó escarbar repetidas veces para evitar que se apague. Para salas de estudio, oficinas, almacenes, etc., son, en cambio, irreemplazables cuando el espacio no es muy reducido; es decir, que no tiene una superficie inferior á diez metros cuadrados, pues entonces el calor es demasiado intenso.

En cuanto al modo de graduar el fuego que se produce en la estufa, hay tres medios de conseguirlo por la graduación del tiro, y son en los sistemas usuales: primero, cerrar más ó menos completamente la portezuela y el ceni-

cero; segundo, el empleo de válvulas en los tubos de tiro; y tercero, poner una columna de combustible más ó menos alta, y cubrirla parcialmente con ceniza. Nuestras estufas comunes están generalmente construídas de un modo bastante defectuoso para la aplicación del primer medio, pues las portezuelas y ceniceros ofrecen para la entrada del aire demasiadas rendijas, que no pueden cerrarse por completo. El segundo medio, ó de las válvulas, es de un empleo peligroso para interceptar el tiro, pues en tal caso los gases y vapores desarrollados por el calor subsistente son obligados á penetrar en la habitación, y pueden causar daños á la salud, y hasta la muerte por asfixia. El tercer medio, por último, es el menos racional de todos, y desde luego hay que prescindir de él. Pero como tampoco los dos antes citados bastan por sí solos, se ha intentado construir aparatos especiales que gradúen de un modo automático el calor en la estufa. Se conocen tres sistemas de estos aparatos: el uno, del profesor Eisenlohr, de Karlsruhe, que consiste en una lengüeta destinada á graduar la entrada de aire por la rejilla, y unida á un resorte formado por dos láminas metálicas que, cuando la temperatura se eleva, se encorvan más y más, mientras que se rectifican á medida que sobreviene el enfriamiento; de lo que resulta que, cuando el fuego es demasiado fuerte, la lengüeta cubre la rejilla, y cuando es débil la descubre. En el segundo sistema, inventado por el ingeniero Asmus, es la presión del aire que penetra en el hogar, dependiente de la temperatura misma de éste, la que gradúa el tiro, cerrando en momento oportuno una válvula muy movible colocada delante del orificio de entrada del aire, mientras que esta válvula es abierta por la acción de un contrapeso cuando desciende la presión determinada por el tiro, ó, lo que es lo mismo, la temperatura disminuye. Finalmente, en el tercer sistema (debido á Bender y Teller, de Offenbach), el fuego se gradúa mediante la introducción de aire frío por la parte superior, cuya entrada tiene lugar á través del espacio que deja libre una especie de persiana circular, movida por un resorte en espiral, y en virtud de la dilatación de éste por el calor. Todos estos aparatos, sobre cuyos fundamentos no queremos insistir en este sitio, no realizan, sino de un modo imperfecto, el objeto á que están destinados; el profesor Meidinger, que debe considerarse como autoridad en la materia, los proscribe todos como juguetes inútiles, y recomienda para el mismo objeto el sencillo mecanismo representado en la fig. 303, que sirve al propio tiempo como enérgico ventilador. En dicha figura, *a* es el orificio por donde penetra la corriente de gases procedentes del hogar; *b*, el extremo del tubo que desemboca en la chimenea; *e*, una válvula del sistema ordinario, situada en dicho tubo. El tubo de tiro se prolonga un poco por debajo del orificio *a*, en comunicación con el hogar, y tiene en *c* una rama lateral corta y abierta, y en *d* una

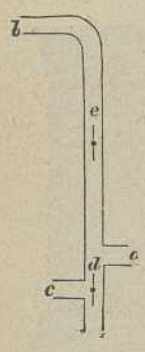


FIG. 303.—Aparato de graduación del tiro, de Meidinger.

válvula. Cuando esta última se halla abierta, como representa la fig. 303, el aire de la habitación puede penetrar libremente en el tubo. Pero cuando se cierra la válvula *d*, el tubo de tiro realiza su acción normal, no pudiendo penetrar en él aire alguno que no sea el que procede de la estufa. Al encender el fuego en el aparato debe siempre tenerse cerrada la válvula *d*, manteniéndose en tal estado hasta que el calor que se desarrolle sea excesivo, en cuyo caso se abre la citada válvula y tiene lugar entonces, por *c*, una enérgica aspiración del aire caliente de la estancia hacia la chimenea, con lo cual disminuye al mismo tiempo el tiro en el hogar, se debilita la combustión verificada en éste, y desciende la temperatura. Dando á la válvula *d* una posición adecuada, puede graduarse la aspiración directa de aire de la habitación por el orificio *c*, de modo que la estufa dé exactamente la cantidad de calor que se desea. Conviene que la porción del tubo situada por debajo de la válvula *d* sea independiente del resto, enchufando en él. con objeto de que el orificio lateral *c* pueda dirigirse en cualquier sentido mediante la rotación de la parte enchufada. Mediante esta disposición y la entrada de aire que procede directamente de la pieza, se evita también el calentamiento excesivo del tubo de tiro, que suele ser causa de que se haga demasiado alta la temperatura adquirida por el aparato.

La utilidad de este mecanismo regulador, tanto desde el punto de vista higiénico como económico, es mayor todavía por la sencillez de su manejo y la facilidad y baratura de su construcción; circunstancias todas que le hacen muy recomendable.

CALEFACCIÓN CENTRAL

Cuando se trata de la calefacción de espacios muy grandes, ó de un conjunto de estancias que deben calentarse simultáneamente, el uso de estufas se hace muy incómodo, tanto por la necesidad de atender al servicio de todas ellas, como por otra multitud de circunstancias; razón por la que debió suscitarse el problema de producir la calefacción mediante un solo foco ú hogar situado fuera de todos aquellas piezas, en un sótano, por ejemplo, y de modo que el calor fuera conducido desde él á todas partes por medio de canales ó tubos. El caso es que este problema se ha planteado con frecuencia, y que la industria ha respondido á él con diversas soluciones. El sistema más antiguo y sencillo de calefacción central es el que se sirve como intermedio del aire. Se comprende que puede conseguirse este objeto sin más que hacer penetrar directamente los gases procedentes del hogar en un sistema de tubos de fundición de hierro ó de barro cocido, por los que se condujeran á la chimenea á través de las habitaciones que se quiera calentar, de tal manera que en dicho camino abandonaran la mayor parte de su calor. Sin embargo, se opone á este procedimiento la circunstancia de que el tiro necesario para la

combustión en el hogar no podía fácilmente mantenerse á través de tal sistema de tubos, y de aquí que se haya preferido calentar aire en aparatos especiales, llamados *caloríferos*, dejándolo después entrar libremente en los espacios cuya temperatura se quiere elevar.

La invención de estos aparatos de calefacción data, como ya hemos dicho, de época muy remota. En efecto; según resulta de las pinturas antiguas, debió ya utilizarse un aparato análogo al indicado en los baños romanos. Una pintura antiquísima, descubierta recientemente en las termas de Tito, en Roma, permite reconocer con toda claridad la disposición de los aparatos pe calefacción empleados en aquellos establecimientos. La fig. 304 es una copia exacta, aunque reducida, de dicha pintura. *A* es el horno que calienta

FIG. 304.—Calefacción central de los baños de Tito, en Roma.

el suelo, cubierto de losetas en forma de mosaico (llamado *hypocaustum*), sobre el cual se halla la sala pública de baño *B (balneum)*. *C* es la sala sudorífica *(camerata sudatio)*, que además se caldeaba especialmente por una estufa, *d; D* son departamentos para baños de vapor; *E* la sala de refrescamiento, y *F* el llamado *oleotarium*, donde los bañistas eran untados, por esclavos, con aceites aromáticos. En el departamento de la derecha había unos depósitos *a*, *b*, *c*, que contenían agua fria, templada y caliente. Como se ve, la calefacción de las cámaras se practicaba aquí en la forma antes indicada, sin más diferencia que la de conducir directamente los gases de la combustión por debajo del piso del suelo, para calentar éste.

En la misma Roma se ha encontrado también dibujado otro aparato que responde á la propia idea de una calefacción central, y que representamos en la fig. 305. En ella se ven, entre las paredes que rodean al cuarto de baño, una porción de tubos, por los cuales ascienden los gases de la combustión, que tiene lugar en la parte inferior, calentando el espacio á su paso.

En cuanto á los aparatos modernos de calefacción por medio del aire, par-

ticularmente designados con el nombre de *caloríferos*, pueden considerarse divididos en dos clases: una en que los tubos por que atraviesan los gases del hogar se hallan por lo general en posición horizontal, y otra en que predominan los tubos verticales. Según resulta de las experiencias hasta ahora practicadas, el primer sistema es considerablemente inferior al segundo en eficacia, pues el aire procedente del exterior, y que debe calentarse por la acción de los tubos del calorífero, sólo se pone en contacto, al ascender, con la mitad, á lo más, de la superficie de caldeo constituída por las paredes de los tubos horizontales, mientras que los tubos verticales permanecen en contacto con la columna ascendente que los rodea por todos lados, de tal modo, que en este último caso una misma cantidad de aire recoge mucho más calor de una superficie igual de tubo, que en el primero.

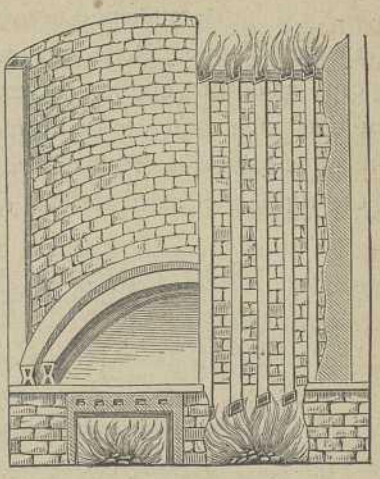


FIG. 305.—Antiguo calorífero romano.

El principio de calentar un aire frío procedente del exterior por el contacto de un sistema de superficies emisivas, de modo que dicho aire pueda servir directamente para elevar la temperatura de una habitación fría, es el mismo en todos los sistemas á que nos referimos. Lo que varía de unos á otros es sólo la manera de practicarlo; punto que conviene ilustrar con algunos ejemplos. Elegiremos primero, en virtud de su sencillez, un calorífero de construcción inglesa, del cual ofrece una vista en sección la fig. 306. En ella, *A* representa la caja del hogar, desde la que parten los gases calientes, ascendiendo, según indican las flechas, por el cilindro interno *B*, y recorriendo la capa concéntrica hueca *C*, antes de llegar á la chimenea. En el espacio que rodea al cilindro *B*, entre éste y la cubierta *C*, pe-

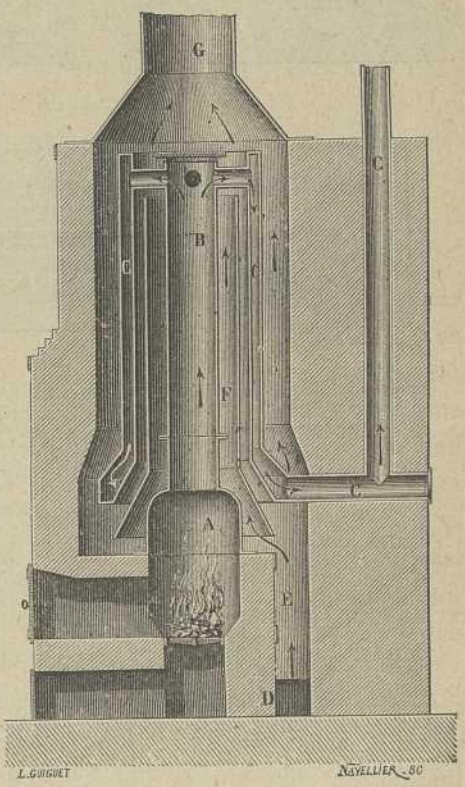


FIG. 306.—Calorífero inglés.

netra por la parte inferior el aire que ha de calentarse, á través del canal *D* y el tubo *E*, recorriendo primero la parte interna *F*, más inmediata al cilindro de caldeo *B*, y descendiendo después por otra parte separada del anterior por un tabique cilíndrico, hasta que, ascendiendo de nuevo por el exterior, penetra por *G* en el tubo que lo conduce al espacio que se quiere calentar. Este aparato se halla dispuesto de un modo perfectamente apropiado para que la cantidad de calor que preste al aire intermediario sea la mayor posible; pero su construcción es algo costosa, aparte de otros inconvenientes, anexos siempre á los caloríferos de hierro, y de los que nos ocupamos á continuación. En efecto; ya hemos dicho que cuando el hierro se calienta hasta enrojecerse, se queman las partículas orgánicas del polvillo que contiene siempre el aire, en contacto con las paredes incandescentes, resultando de aquí un olor desagradable y perjudicial, del que somos advertidos por producirse cuando, después de una larga pausa, se enciende fuertemente por primera vez una estufa de hierro. Por último, lo mismo en los caloríferos de hierro que en las estufas de esta materia, se necesita sostener constante el fuego, si ha de obtenerse un efecto de calefacción también uniforme; las superficies de hierro expuestas á la acción directa de la llama no pueden tener sino escasa duración, por la fragilidad que adquiere el material; y hasta desde el punto de vista del peligro de incendio no son tampoco los mejores estos caloríferos, pues pueden inflamarse las paredes delgadas de los tubos de tiro, ó bien ser comunicado el fuego exterior por una temperatura demasiado elevada del aire.

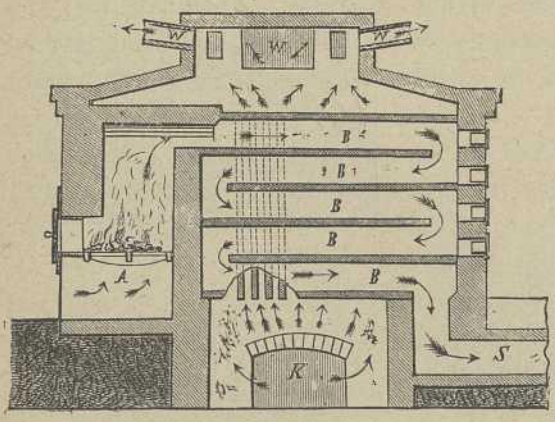


FIG. 307.

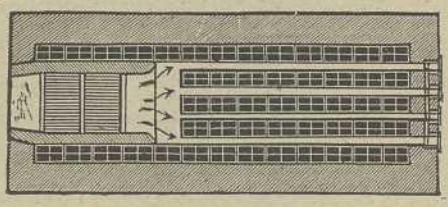


FIG. 308.
Aparato de ladrillos huecos para calefacción central por medio del aire.

Modernamente se han perfeccionado en su construcción los caloríferos, ó mejor estufas de fuego central, de tal modo, que haciendo de ellas un uso racional, desaparecen los inconvenientes citados; y existe, sobre todo, un modelo, propuesto por el doctor Wolpert y construído en los talleres de Kaiserslautern, que da excelentes resultados.

Para poner á cubierto de dichos inconvenientes á los aparatos de calefac-

ción por el aire, haciéndolos apropiados, por una parte, para la acumulación del calor, y por otra para la emisión gradual de éste, se les ha añadido un sistema de canales de ladrillo que por un lado atraviesan los gases procedentes del hogar, y por otro el aire que debe calentarse. Estos caloríferos de obra son recomendables en ciertas circunstancias por la sencillez y baratura de su construcción; pero hay que cuidar en ellos de que los diferentes canales se hallen completamente incomunicados entre sí, y de que esta incomunicación subsista siempre, pues de otro modo se mezclarían los gases de la combustión con el aire que sirve de intermediario para transmitir del calor, lo cual, no sólo sería muy desagradable, sino hasta peligroso. Los franceses Gaillard y Haillot han construído un aparato análogo de calefacción por medio del aire, con ladrillos huecos refractarios, en el que se prescinde por completo del hierro en los canales por las que circulan el aire y los gases de la combustión. En virtud de la escasa conductibilidad calorífica del material de construcción, se evitan así en su mayor parte las irregularidades que pudieran ocurrir en la temperatura del aire que sirve como vehículo del calor, por efecto de un descuido cualquiera en el fuego del foco central. Además, tales aparatos exigen reparos con mucha menos frecuencia que los de hierro, cuyas piezas se suelen quemar y agujerear por el calor, y, finalmente, la calefacción obtenida por medio de ellos puede combinarse con un sistema activo de ventilación, cosa que tiene gran importancia para la higiene. Las figuras 307 y 308 representan este aparato en corte vertical y horizontal, respectivamente. El aire destinado á alimentar la combustión penetra por el cenicero á través de la rejilla *A*, atraviesa el combustible y recorre los canales *B*, formados con ladrillos refractarios y separados por tabiques de arcilla, también refractaria, siguiendo una marcha alternativamente de izquierda á derecha, y de derecha á izquierda, como indican las flechas, y desapareciendo, por último, en la chimenea por la parte inferior, *S*. Como se ve, en la fig. 307 se representa con líneas de puntos una parte de las paredes verticales, y en la 308 los canales de tiro, *B*, se hallan separados entre sí por medio de tabiques verticales construídos de ladrillos huecos, y en los espacios que éstos dejan entre sí asciende el aire que se quiere calentar, que entra por abajo, á través del canal *K*, y sale á la habitación por medio de tubos, *W*, dispuestos al objeto. En la pared posterior del aparato hay delante de los canales, *B*, y para poder limpiarlos, unos orificios, que cuando no se utilizan con este fin, se hallan cerrados mediante tapaderas.

Los aparatos de calefacción por medio del aire se construyen hoy, por lo general, de modo que los gases que llevan el calor procedente del hogar recorren tubos de fundición de hierro, redondos ó cuadrangulares, pero provistos de láminas salientes, muy próximas entre sí, mediante las cuales aumenta de un modo considerable la superficie de calefacción y se evita que su temperatura llegue á un grado excesivo. El aire que se quiere calentar pasa

en contacto con esas láminas salientes y recoge el calor que desprenden.

Las figuras 309 y 310 representan, en corte longitudinal y transversal respectivamente, uno de estos caloríferos de aire, según la construcción moderna, perfeccionada, de los hermanos Körting, de Hannover. El calorífero ó estufa, provisto de un mecanismo regulador del fuego y de tubos acostillados, se halla en una cámara, protegida en lo posible contra toda pérdida de calor por medio de dobles paredes y doble techo. Este calorífero consta de tres partes principales: primera, una caja de distribución horizontal en al parte superior, *B*; segunda, los elementos de caldeo, *C*, provistos de lámi-

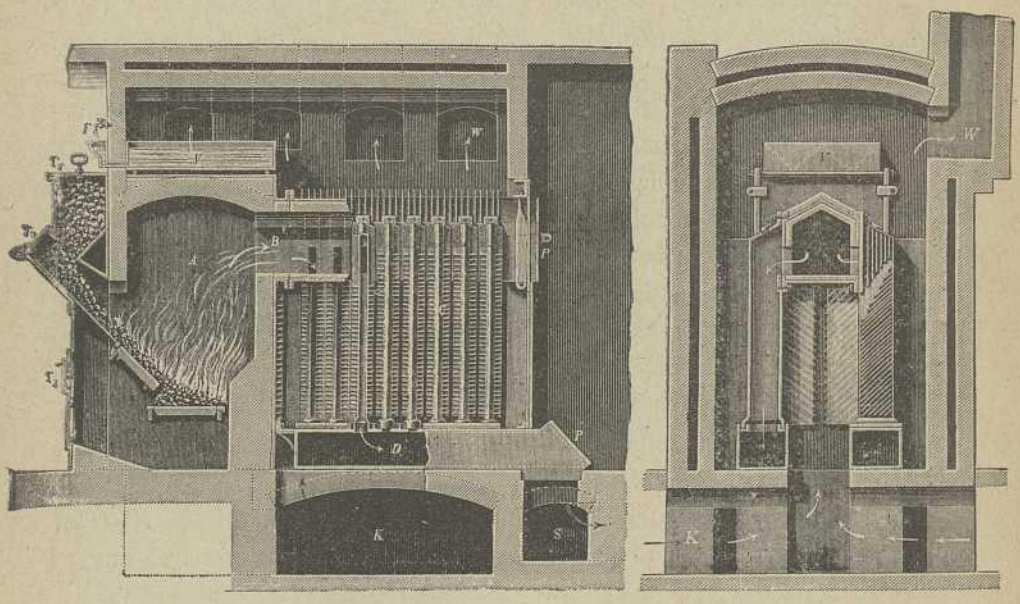


FIG. 309 —Corte transversal. FIG. 310.—Corte longitudinal.

Calorífero de aire, de Körting, de 64 metros cuadrados de superficie de calefacción.

nas salientes diagonales, en posición vertical, y que comunican á ambos, lados con dicha caja; y tercera, la caja depósito del humo, *D*, unida á su vez á los tubos anteriores. Los gases que salen del hogar penetran en la caja superior de distribución, *B*, recorren con bastante lentitud todos los elementos caloríferos laterales, *C*, á los que ceden su calor, y pasan después al depósito, *D* desde donde llegan á la chimenea á través del canal inferior *S* (fig. 309). El aire frío exterior—ó bien, si no se quiere producir también ventilación, el aire circulatorio de la cámara misma—penetra por abajo en *K*, y por alrededor de la caja del depósito de humo *D*, en el espacio interno formado entre los rebordes ó láminas salientes de los tubos caloríferos, y á su través se dirige hacia el exterior de la cámara, absorbiendo al paso el calor cedido por las superficies de contacto, y atravesando, por último, los canales de salida, *W*. La citada caja de distribución, *B*, tiene una sección pentagonal, pues la cara superior está

dispuesta en forma de tejado, con lo que se tiende á evitar en lo posible el depósito de polvo; en las paredes laterales se hallan las ventanillas que conducen á cada uno de los elementos caloríferos. Encima del techado de este tubo existen también láminas ó rebordes salientes para aumentar todo lo posible la superficie de caldeo; por la parte interna se halla este tubo revestido con una capa de arcilla refractaria, para evitar que el hierro se ponga incandescente. Los verdaderos cuerpos caldeadores formados por los elementos, provistos de costillas ó rebordes, están tan juntos entre sí, que las costillas de cada dos elementos inmediatos casi se tocan, y, por tanto, el aire que penetra por la parte inferior, y que tiene que atravesar estos estrechos canales, se calienta forzosamente á su contacto. La posición oblicua de las costillas facilita algún tanto el paso del aire, de modo que estos caloríferos, por los detalles todos de su construcción y por su no muy costosa instalación, permiten aprovechar beneficiosamente el calor engendrado por el combustible. La combustión se conduce, además, de manera que no se produce apenas humo.

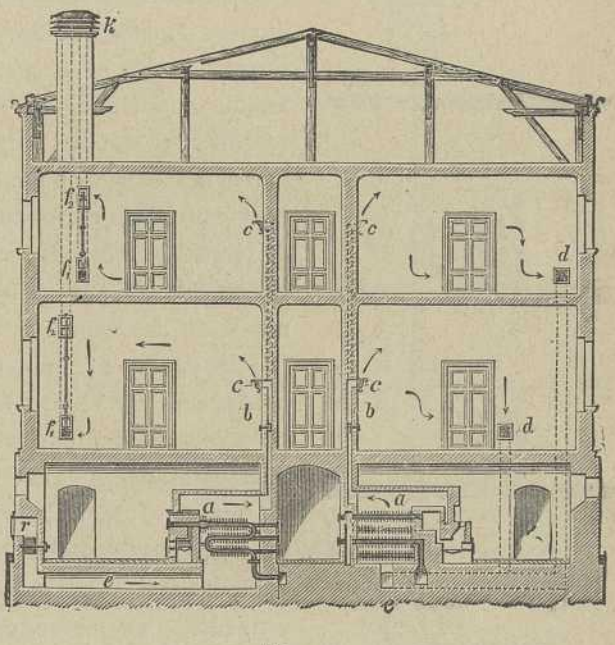


FIG. 311.
Calefacción central por medio del aire, con ó sin renovación de éste.
(De la Sociedad Schäffer y Walcker, de Berlín.

La fig. 311 representa la disposición para la calefacción central por medio del aire en una casa, según el plano de la Sociedad Schäffer y Walcker, de Berlín; *a a* son las dos estufas necesarias en este caso, pues el aire caliente no puede ser transportado en dirección horizontal más que á unos 12 metros de distancia; *b* son válvulas reguladoras; *c*, bocas de salida del aire caliente; *e*, canales para el suministro de aire frío; *r* válvulas para regular la entrada de este aire frío, y f_1 f_2, válvulas para graduar la salida del aire de las habitaciones. Si la calefacción no ha de ir acompañada de ventilación, es decir, del acceso de aire frío del exterior, se cierran las válvulas *r*. Esta forma de calefacción es conveniente, sobre todo para comenzar el caldeo y obtener pronto una temperatura agradable. Durante este período de circulación del aire interior se utilizan las tuberías, *d*, que conducen el aire frío de la habitación al

aparato de calefacción para volverlo á calentar y enviarle de nuevo á las estancias. Para evitar que se perturbe el tiro por la influencia de un viento desfavorable, contiene la chimenea un sistema de válvulas apropiado, *k*.

Este aparato de calefacción por aire sólo puede instalarse convenientemente al edificar la casa, pues los canales tienen que hallarse incrustados en las paredes. En cambio, en estas condiciones la instalación de este sistema de calefacción central es la más barata de todas. Sin embargo, semejante sistema tiene un inconveniente importante, cual es la influencia perturbadora que siempre ejercen sobre él los vientos, impidiendo la graduación del calor en la medida que se desea. A este defecto hay que añadir la falta de poder conservador del calor, que es característica del expresado sistema. Por otra parte, la calefacción por medio del aire no es tampoco apropiada para edificios de gran extensión y de pequeños sótanos, pues no es posible entonces instalar de un modo conveniente el número necesario de estufas.

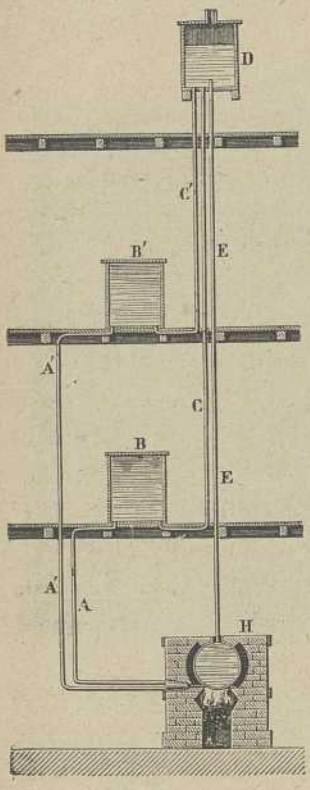


Fig. 312.—Calefacción por medio del agua á baja presión.

En cuanto al reproche que se ha hecho á la calefacción por el aire, de que con ella se ocasiona una sequedad excesiva, no tiene fundamento, pues esta aparente desecación resulta siempre de un aumento demasiado considerable, y, por tanto, desagradable también en la temperatura, sea cualquiera el medio por el que se haya obtenido y mientras no se tenga en la habitación un aparato cualquiera para el desarrollo de vapor de agua.

Depende tal apariencia de que el aire exige, para saturarse, mayor cantidad de vapor de agua á medida que está más caliente, y, por tanto, se manifiesta más seco estando caliente que frío, con una misma cantidad de vapor.

Como ventajas del sistema de calefacción por el aire hay que consignar, no sólo la gran sencillez y baratura de la instalación, sino también la posibilidad que resulta de caldear rápida é intensamente espacios grandes y elevados, donde la instalación de los canales de renovación y circulación puede hacerse debajo del suelo, por lo cual este modo de calefacción es recomendable en especial para iglesias, teatros, circos, picaderos, huecos de escalera, etc., etc.

Los inconvenientes antes citados de la calefacción por el aire, han dado

lugar á que se introduzca y perfeccione el sistema de calefacción central por medio del agua, sistema que puede todavía considerarse dividido en dos casos distintos, según que se emplee el agua á alta ó á baja presión.

El sistema de calefacción central por el agua se funda, en general, en la conducción de agua caliente por tubos á través de las habitaciones que se desea calentar, medio que tiene un origen antiquísimo y debió ser ya empleado también en los baños romanos. Es digno de mención el hecho de que en la pequeña ciudad francesa Chaudes-Aigues, en el departamento del Cantal, se caldeen las casas mediante tuberías que parten de un manantial de agua hirviendo. La fig. 312 representa la disposición general en este sistema de calefaccion. Desde la caldera cilíndrica, *H*, instalada en la parte baja del edificio, parte el tubo vertical de elevación, *E*, que desemboca en el fondo de la vasija llamada de expansión, *D*, que forma la parte superior del aparato y comunica con el aire libre; de modo que allí puede el agua dilatarse, y se impide así que la presión interior llegue á exceder á la atmosférica. Desde esta vasija de expansión es conducida el agua por los tubos *C* y *C'* hasta las estufas *B* y *B'*, que se hallan colocadas en número conveniente dentro de las habitaciones que se quiere abrigar, y en los diferentes pisos. Desde estas estufas, en las que, como se ve, no arde fuego alguno, parten los tubos *A* y *A'*, que cierran el circuito, reuniéndose todos en uno horizontal, por el que vuelve el agua á la parte inferior de la caldera. Si suponemos ahora que el aparato se encuentra lleno de agua, es decir, hasta cierto nivel de la vasija de expansión, y si se calienta la caldera á fuego directo, el agua calentada asciende por el tubo, *E*, en virtud de su menor densidad, al mismo tiempo que otra porción de agua más fría y densa viene á ocupar su puesto. El tubo, *E*, así como la vasija de expansión, *D*, se hallan protegidos contra toda pérdida de calor mediante ciertas cubiertas aisladoras, y el agua llega, por consiguiente, casi con la misma temperatura adquirida en la caldera hasta los tubos

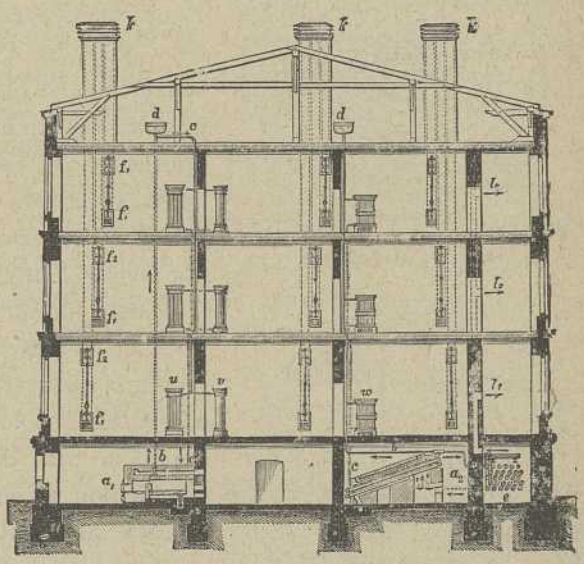


FIG. 313.—Calefacción central por el agua á baja presión.

a_1, caldera cilíndrica; a_2, caldera tubular; *b*, tubos de elevación; *c*, tubos de descenso; *d*, vasija de expansión; f_1 y f_2, válvulas de ventilación; *k*, caperuza de las chimeneas; *u*, estufas tubulares; *v*, estufas cilíndricas; *w*, estufas articuladas; *e*, tubos de agua para la calefacción del aire de las habitaciones l_1, l_2 y l_3, marcha del aire caliente.

de descenso *C* y *C'*, en los que desaloja la parte inferior más fría, obligándola á continuar la marcha de descenso. De este modo va volviendo á la caldera el líquido enfriado, penetrando en las estufas situadas en las habitaciones nuevas cantidades de agua caliente, y el agua fría que vuelve á la caldera se calienta también de nuevo y vuelve á ascender por el tubo *E*, etc. Esta circulación se prolonga todavía durante algún tiempo después de apagado el fuego en el hogar de la caldera, hasta tanto que toda la masa líquida haya adquirido uniformemente la temperatura del aire exterior, en cuyo caso debe cesar todo movimiento. Ahora bien; para calentar el agua en este sistema de caldeo á baja presión pueden utilizarse las calderas ordinarias de vapor, ú otras dispuestas de un modo especial al efecto. Las figuras 314 y 315 representan en corte horizontal y vertical, respectivamente, una de estas calderas especiales, construída modernamente por Geissel, en Francfort sobre el Main: *a* es la caldera formada de dos cúpulas superpuestas, y en la que *b* representa el espacio ocupado por el agua, el cual se llena por el tubo *e*. El combustible se echa sobre la rejilla, *d*, por medio de un tubo de carga; los productos de la combustión ascienden por *h*, penetran en los tubos, *i*, que atraviesan el agua, llegan al tubo de aspiración exterior, *k*, y desaparecen en la chimenea á través del tubo *l*. Los gases procedentes del hogar son conducidos así de tal modo, que el calor que poseían resulte lo más completamente posible aprovechado. El agua caliente es lanzada á la circulación por el tubo *s*, y después de haber abandonado la mayor parte de su calor á los locales que se quería caldear, vuelve á la caldera por el tubo *e*, para comenzar de nuevo la misma circulación. Esta caldera ocupa muy poco espacio, y es á propósito, por consiguiente, para instalaciones en pequeño.

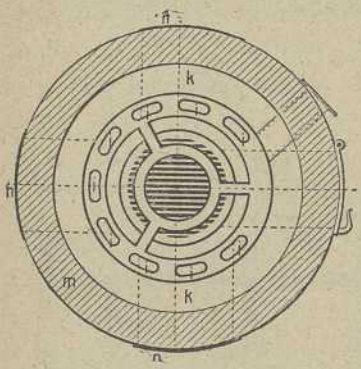


FIG. 314.—Corte horizontal.

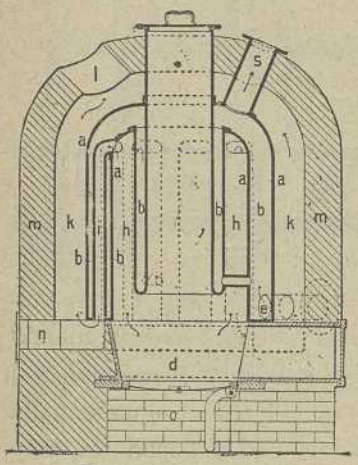


FIG. 315.—Corte vertical.
Caldera especial, de Geissel, para la calefacción central por el agua.

La velocidad del agua en el aparato depende, en primer término, de la diferencia de temperatura; cuanto mayor es ésta, tanto más rápido es el movimiento del líquido. Con esto adquiere el aparato la propiedad de regularizarse automáticamente hasta cierto punto, puesto que el agua tiende á descender con tanta mayor rapidez cuanto más fría es, y, por consiguiente, necesita

volverse á calentar más. Pero la velocidad de la corriente depende también de la altura de ambas columnas, con la que aumenta.

La calefacción por medio del agua ofrece la ventaja de que por efecto de la gran provisión de calor que existe en la masa de agua circulatoria, puede obtenerse sin gran dificultad una temperatura uniforme en las habitaciones, sin peligro de que esta temperatura pueda alcanzar un grado excesivo y perjudicial, cosa que suele ocurrir en la calefacción por medio del aire.

En cuanto á las proporciones entre la capacidad y la superficie de caldeo, hay que advertir que para calentar un espacio de 1.000 metros cuadrados hasta la temperatura de 22° centígrados próximamente, se necesitan, por lo menos, 30 metros cuadrados de superficie de calefacción de cobre; y si se tiene en cuenta la influencia del viento, precisa elevar esa superficie hasta 40 metros cuadrados. Si la materia de las paredes es la fundición de hierro, entonces debe aumentarse la extensión de la superficie en una mitad de su valor. Cuanto á mayor altura se encuentre la vasija de expansión sobre el foco calorífico, tanto más fuertemente puede calentarse el agua, sin que tenga lugar en éste una vaporización inútil. De aquí que sea conveniente colocar el foco de calefacción lo más bajo posible en los sótanos del edificio, y la vasija de expansión, por el contrario, inmediatamente bajo el techo. Si, por ejemplo, el tubo de elevación tiene una altura de 12 metros, la presión de la columna de agua contenida en él representa un valor de una y media atmósferas; y como quiera que bajo este exceso de presión no comienza á hervir el líquido hasta unos 127° centígrados, puede calentarse sin inconveniente alguno el agua, en tal caso, á 100° ó más. La temperatura del líquido que retrocede á la caldera viene á ser en este caso de unos 60°, y, por consiguiente, la diferencia es de 40° centígrados. La anchura del tubo se calcula según la velocidad de la corriente, y puede, por consiguiente, tomarse más pequeña cuando ésta es mayor, suponiendo que la temperatura sea la misma. Para obtener el mismo grado de calefacción en los pisos más bajos, donde el agua se halla naturalmente ya más fría dentro de los tubos que en los superiores, hay que aumentar la superficie de calefacción, ó, lo que es lo mismo, la longitud de la tubería en las estufas en proporción al enfriamiento. Pero se prefiere á esto dar á los tubos un diámetro que va disminuyendo de abajo á arriba, lo que da naturalmente el mismo resultado. El diámetro ordinario de los tubos oscila entre 50 y 80 milímetros. Para acelerar la emisión de calor por el agua en los locales que se quiere calentar, se intercalan vasijas anchas, ó sean las estufas de agua en el curso de los tubos. Estas estufas consisten en dos cilindros de palastro, entre los cuales queda un espacio anular, por el que circula el agua, y que ofrecen una superficie externa y otra interna de calefacción. Puede, sin embargo, disponerse también la calefacción por el agua sin necesidad de las estufas. Otras veces se echa mano de las llamadas baterías para

facilitar la transmisión del calor á la estancia, cosa que rara vez se efectúa únicamente por la tubería. Las baterías son tubos de fundición de hierro, cuyo diámetro interior es el mismo que el de la cañería de circulación, pero que tienen en la superficie externa una porción de láminas delgadas perpendiculares al eje y muy próximas entre sí. Estas laminitas, como formadas de una buena sustancia conductora, sustraen rápidamente á los tubos de agua su calor, y lo transmiten al aire de la habitación por su extensa superficie. La intensidad de su acción puede modificarse á voluntad, aumentando ó disminuyendo su número.

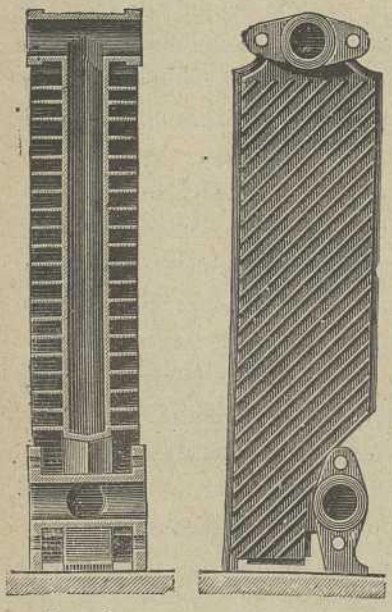


FIG. 316. FIG. 317.
Elemento de batería, patente Körting.

Las figuras 316 y 317 representan en corte vertical y en vista exterior, respectivamente, un elemento de batería construída según este principio por la conocida casa Körting, hermanos, de Hannover. Por medio de estos apéndices salientes pueden construirse baterías de tubos caloríferos que presenten en un pequeño espacio una superficie de calefacción extraordinaria, y que cedan su calor al aire que los rodea de un modo fácil y muy regular. La calefacción obtenida por estas baterías puede ser de aire, de agua ó vapor, según que se haga circular por su interior uno ú otro de estos vehículos del calor. La fig. 318 representa una de estas baterías caloríferas, colocada bajo una ventana.

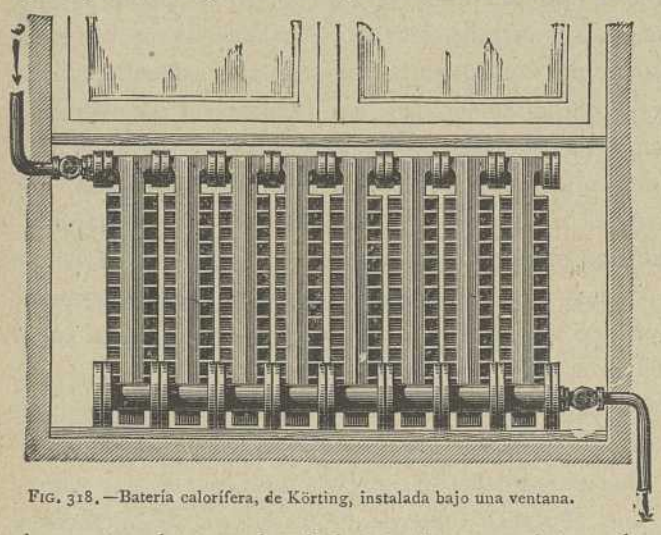
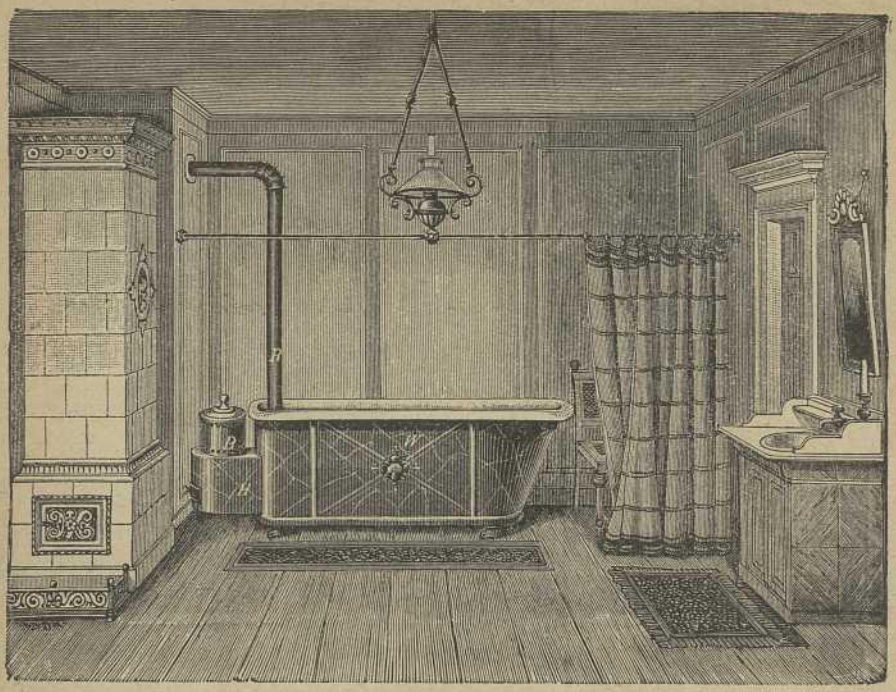


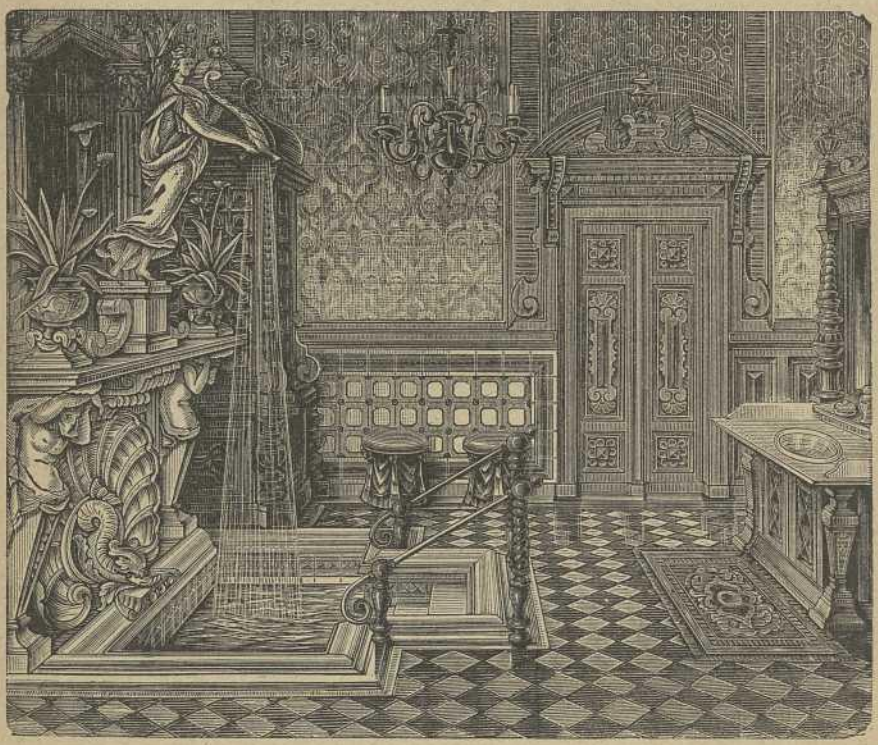
FIG. 318.—Batería calorífera, de Körting, instalada bajo una ventana.

En este caso la batería ocupa un hueco de la pared, delante del cual puede colocarse un enrejado, y realiza, por consiguiente, su acción en el punto donde es más precisa, toda vez que las paredes de las ventanas suelen ser las más frías.

Pueden también disponerse de aparatos de calefacción por agua para



Cuarto de baño sencillo.



Cuarto de baño elegante.

una sola vivienda, alimentados por un hogar especial en la cocina misma; la fig. 319 ofrece un ejemplo de estas instalaciones en pequeño, según el proyecto de la Sociedad Schäffer y Walcker, de Berlín. En dicha figura, *s* representa el tubo de elevación; *r*, el tubo de retroceso; *A*, una pila con dos llaves; *w*, para agua caliente, y otra, *k*, para agua fría; *B* y *K*, son los hornillos comunes sobre los que hay una caldera cilíndrica de obra destinada á

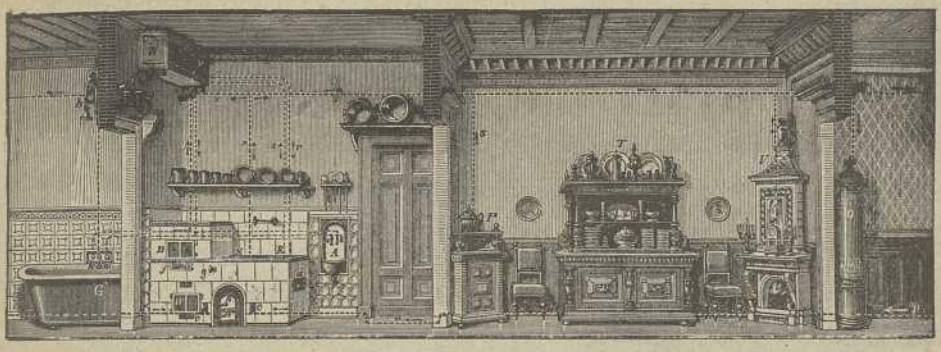


FIG. 319.—Calefacción por agua, partiendo del hogar de la cocina.

calentar el agua para la calefacción de las habitaciones y del baño; *a F* son portezuelas de los hogares; *c*, un orificio para la limpieza; *R*, un depósito de agua, y al mismo tiempo vasija de expansión; *T*, un armario calorífero; *V*, una chimenea imitada con un depósito interior de agua caliente; *O*, una estufa alimentada también de agua caliente por la misma tubería procedente de la cocina; *G*, la pila de baño con una regadera, *b*, alimentada por la caja *R*. Por medio de una de estas estufas centrales, construída sobre el hogar de la cocina, se puede calentar del modo más ventajoso y suficiente, aun en medio

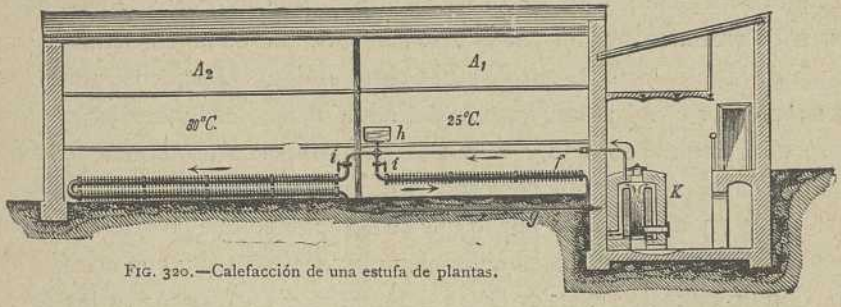


FIG. 320.—Calefacción de una estufa de plantas.

de los fríos más intensos, una casa compuesta hasta de 12 cuartos, sin más servicio que el de la cocinera ni más gasto que unos 40,5 kilogramos de cok, que valen unos 10 á 12 céntimos por cada 100 metros cuadrados de capacidad y al día. Los gastos de instalación para una de estas viviendas vienen á ser de unas 375 á 625 pesetas.

Es evidente que esta calefacción por medio del agua es también apropiada

muy particularmente para un invernáculo ó estufa de plantas, y la fig. 320 representa un modelo de instalación de esta clase, propuesto por la casa antes citada. El agua caliente (ó en otros casos el vapor de agua) circula en los tubos acostillados, *F*, partiendo de la caldera *K*; *i i* son llaves reguladoras; *h* es una vasija evaporatoria para humedecer el aire. En las dos cámaras A_1 A_2 puede sostenerse la temperatura á 25 ó 30° centígrados respectivamente.

En contraposición á los aparatos hasta aquí descritos de calefacción por el agua, llamados de baja presión, Augier March Perkins construyó en Londres, en 1831, un aparato de calefacción, en que el agua circulaba dentro de un sistema de tubos completamente incomunicados con el aire exterior, y que, por tanto, permitía calentar el líquido á voluntad, sin necesidad de tener en cuenta la altura y presión de la columna. Cuanto más fuerte es el calentamiento, más enérgica es también la presión ejercida por el agua encerrada contra las paredes, y, por lo tanto, tienen que construirse éstas de un grueso proporcionalmente mayor para evitar que estallen. El aparato de calefacción de Perkins, por medio del agua á alta presión, consiste en un tubo varias veces encorvado en U, colocado sobre la rejilla del hogar. La fig. 321 representa en corte vertical una construcción propia para este sistema de calefacción, segun modelo de la casa Schäffer y Walcker. El combustible se vierte sobre la rejilla oblicua, *k*, y por *l* penetra el aire necesario para su completa combustión. El agua caliente sale por *b b* de la caldera en forma de serpentín, dirigiéndose á los tubos caloríferos, y vuelve á aquélla después de enfriarse por los tubos *c c*. La velocidad de la corriente de agua depende de la diferencia de temperatura entre el agua ascendente por *b b* y la descendente por *c c*. La temperatura del agua dentro de la caldera en forma de serpentín, llega hasta 230 y aun 290° centígrados. Ahora bien: las temperaturas de 230, 260 y 290° corresponden, respectivamente, á las presiones de 27, 38 y 73 atmósferas, por lo que se comprende que los tubos de estos aparatos deben construirse con materiales muy resistentes y con el mayor esmero. Con un diámetro exterior de 45 milímetros, y un espesor en las paredes de 12,5 milímetros, pueden soportar estos tubos una presión de 6.000 atmósferas; de suerte que, con tales condiciones, ofrecen la más completa seguridad para el caso.

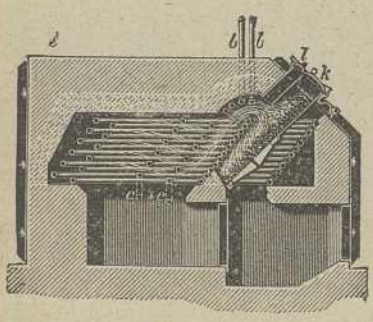


FIG. 321.
Modelo de hogar y caldera para la calefacción por medio del agua á alta presión.

En la fig. 322 se representa: en *a*, el hornillo; en *b*, el tubo de elevación; en *c*, el tubo de regreso; en *d*, un serpentín que hace el papel de calorífero; en *e*, una barandilla delante de otro serpentín análogo, y en *f*, la vasija de

expansión. Los tubos en serpentín que sirven como conductores del líquido y de caloríferos, se colocan generalmente en las paredes y bajo de las ventanas.

Contra este sistema de calefacción se ha objetado repetidas veces que exige una vigilancia continua para evitar accidentes desgraciados, y que no proporciona, con tanta facilidad como el sistema de baja presión, un calentamiento gradual y uniforme. Por otra parte, estas objeciones han sido rechazadas principalmente por el conocido pirotécnico Schinz; de suerte que es probable que, estando bien hecha la instalación y bien dirigido el funcionamiento de los expresados aparatos, sean éstos susceptibles de prestar buenos servicios. La ventaja que presenta este sistema de ofrecer una intensa radiación calorífica mediante una extensión de tubo relativamente pequeña —lo que supone también economía en la instalación y mayor comodidad para encajar su estrecha tubería en la construcción del edificio y llevar el calor á más largas distancias— tiene efectivamente una importancia no despreciable; pero en cambio el aparato de baja presión, después de calentado y consumido el fuego, sostiene durante ocho ó diez horas una temperatura moderada en las habitaciones, mientras que el sistema de alta presión da origen á un enfriamiento muy rápido de los tubos, por efecto de su escaso diámetro.

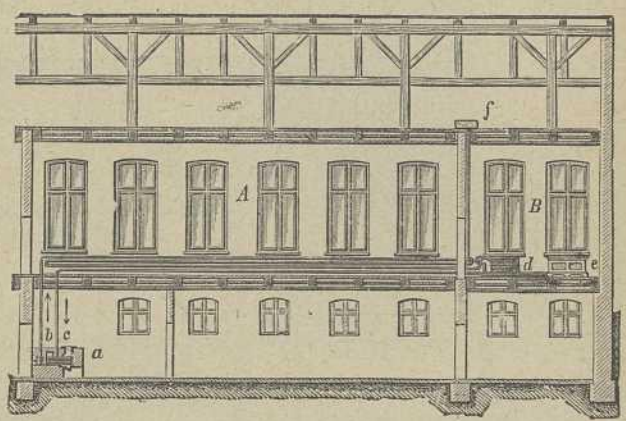


FIG. 322.—Instalación de un aparato de calefacción por agua á alta presión.

La calefacción por el vapor es otro sistema que puede instalarse cómodamente en edificios antiguos y modernos, sin limitación de espacio, por consecuencia de la facilidad con que el vapor se puede conducir de un punto á otro. Efecto de esta ventaja, que colocó desde un principio al sistema de calefacción por el vapor en lugar preferente á los otros sistemas, se han dirigido modernamente los esfuerzos de los técnicos á perfeccionarlo, y se ha logrado que hoy sea preferido para el mayor número de casos. Se ha llegado, en efecto, á alcanzar con el sistema del vapor una calefacción que presenta una graduación tan cómoda como la de aire y un calor tan dulce como el del agua, juntamente con la facilidad á que antes hemos aludido en su aplicación, y todavía, además, la condición de poderse asociar á un sistema enérgico de ventilación, con todo lo cual se evitan los defectos de la calefacción por el aire y por el agua á alta presión, entre otros el rápido enfriamiento que es consecuencia de este último.

El aparato para la calefacción por el vapor puede estar constituído por una caldera ordinaria de forma cualquiera, si bien generalmente se eligen las calderas de hogar interno, por exigir el mínimum de espacio. En la figura 323 se halla representado un aparato de calefacción por el vapor con caldera de la forma antes citada. No es preciso en modo alguno que la caldera se halle dentro del edificio mismo, sino que cuando esto ofrezca mayor comodidad, puede instalarse en un local exterior apropiado al objeto. Allí donde funcione una máquina de vapor para cualquier objeto industrial, puede todavía utilizarse con ventaja el vapor que sale de la máquina para la

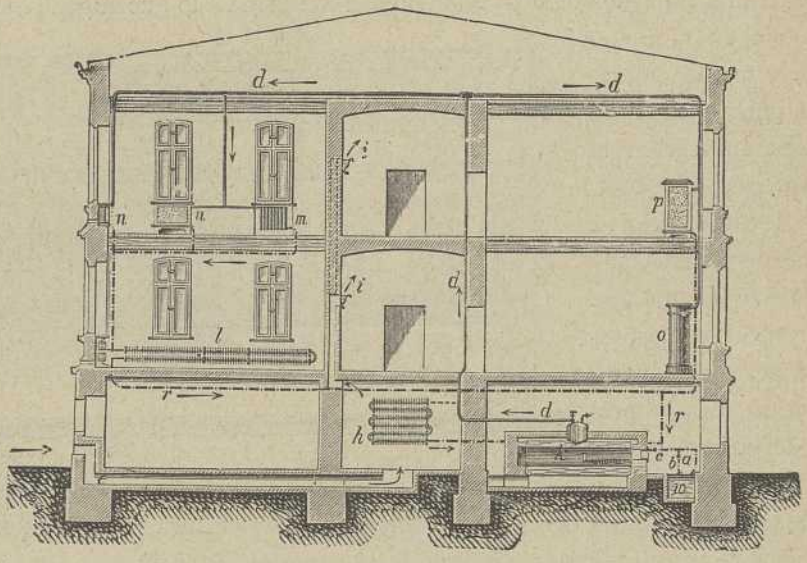


FIG. 323.—Calefacción por el vapor.

calefacción. En la instalación de este sistema lo principal es cuidar de facilitar, en forma adecuada, el retroceso del vapor condensado en los tubos á la caldera, sin que pueda interceptarse nunca el paso al vapor dentro de ellos. Las letras contenidas en la citada fig. 323 representan las siguientes partes del aparato: *k*, caldera de vapor; *d*, tubo de vapor; *r*, tubo de retroceso del mismo; *a*, tubo de alimentación de la caldera; *b*, tubo de salida del aire; *c*, válvula de reacción; *w*, depósito de agua; *e*, canal para aire frío; *h*, tubo calorífero acostillado; *i*, canal de aire calentado por el vapor; *l*, tubos acostillados; *m*, cajas ídem; *n*, cubierta exterior de las cajas; *o*, estufa cilíndrica de tubos; *p*, estufa plana de tubos.

En todo aparato de calefacción por el vapor existen como partes indispensables los tubos conductores del agua condensada, cuya misión es recoger el líquido formado por la condensación del vapor, ó arrastrado mecánicamente por él al salir de la caldera, sin dejar paso al vapor mismo. Con este objeto,

los expresados aparatos se hallan provistos, por lo general, de flotadores, mediante los cuales, cuando el nivel líquido alcanza cierta altura, se abre una válvula, por la que fluye el agua, y que, cerrándose inmediatamente, no da lugar al paso del vapor. La fig. 324 representa un aparato de este género muy conveniente, construído por los hermanos Körting, en Hannover. Este conductor del agua condensada contiene un flotador, *S*, en forma de vasija cilíndrica, que experimenta la misma presión de vapor por fuera y por dentro, y por consiguiente resiste á cualquier valor de esta presión. Además, este flotador está dispuesto de modo que la salida del agua tiene lugar, no por intermitencias, sino continuamente, en la proporción adecuada. Finalmente, el aparato contiene dos válvulas, *V* y V_1, de las cuales la primera se halla íntimamente unida al flotador mediante un corto brazo de palanca, mientras que la segunda lo está por intermedio de un brazo mayor de palanca y posee un juego algo más extenso. El aparato funciona de la manera siguiente: el agua condensada, procedente de la tubería de vapor, penetra en la vasija exterior por *E*, y cuando su nivel excede el borde superior de dicho flotador hueco, *S*, penetra en éste por encima de su borde, hasta que, aumentando de peso, le hace descender, en cuyo momento el sistema de palancas articuladas que se ve en la figura abre la válvula *V*, que estaba cerrada por la presión del vapor. Cuando la cantidad de agua que sale es muy grande, como sucede en el primer período de la calefacción de un espacio frío, el descenso del flotador es también mayor, y se abre la segunda válvula V_1, con lo cual se ofrece mayor salida al agua condensada por el tubo *A*. Esta segunda válvula sólo permanece abierta hasta eliminarse el exceso de líquido. La llave *H* sirve para recoger de tiempo en tiempo el depósito que se forme en el fondo de la vasija exterior.

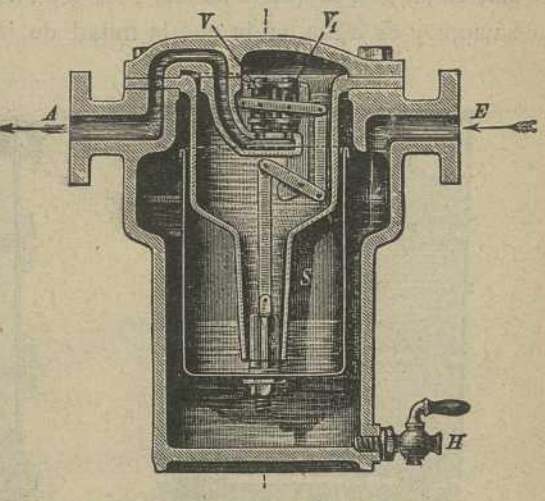


FIG. 324.—Conductor de agua condensada, sistema Körting.

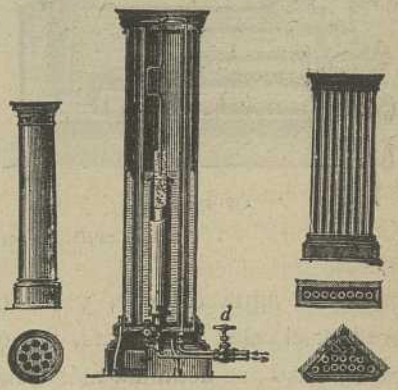


FIG. 325. FIG. 326. FIG. 327.

Estufas de vapor.

Para dar una idea de las estufas empleadas en la calefacción por medio

del vapor, representamos en las figuras 325 á 327 algunos de los modelos propuestos para este objeto por la Sociedad Schäffer y Walcker.

La fig. 325 es una estufa tubular cilíndrica; la 326, una de las llamadas tubulares planas, que se construye en forma prismática cuadrangular ó triangular cuando se la quiere adosar contra un ángulo; la 327 es una estufa mixta de vapor y de agua, en la que la mitad de la superficie de calefacción recibe

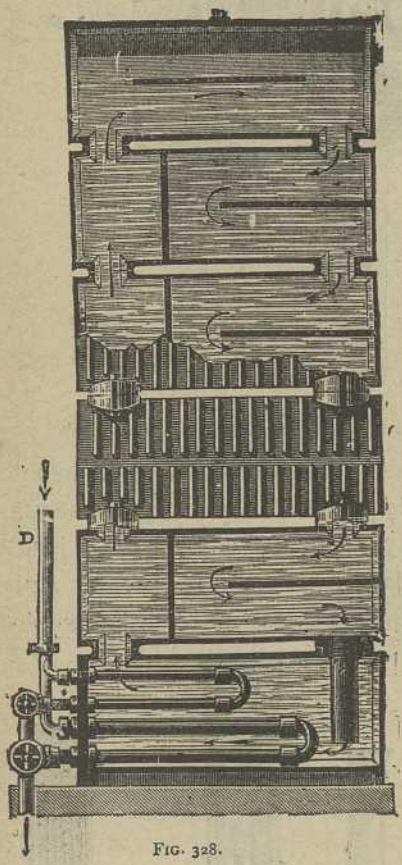


FIG. 328.

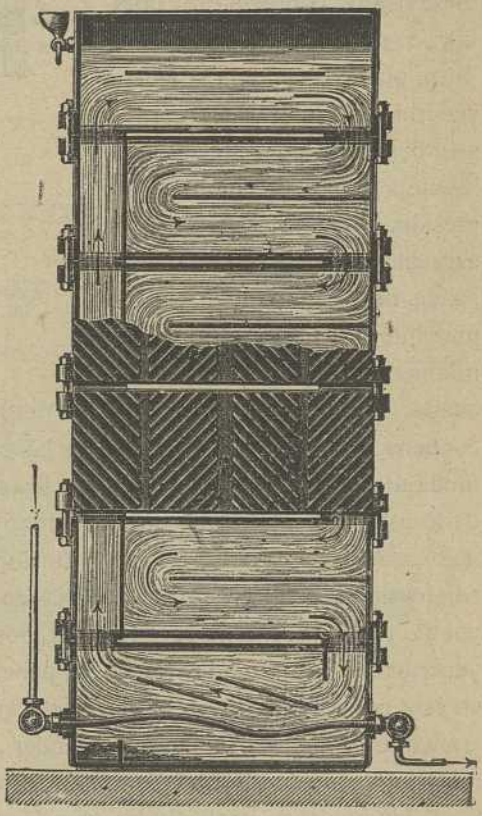


FIG. 329.

Estufas de calefacción por medio del vapor del agua, según Körting.

calor del agua caliente, y la otra mitad del vapor. En esta última se puede graduar el calor á voluntad, por medio de la válvula *d;* pues según la posición de ésta, se acumula más ó menos agua de condensación, y se reduce, por consiguiente, en proporción variable la superficie caldeada directamente por el vapor, que es la que adquiere mayor temperatura. Se calcula que un metro cuadrado de estas estufas tubulares da un calor vez y media mayor que un metro cuadrado de las estufas de agua caliente, con láminas ó costillas salientes.

Las figuras 328 y 329 representan un elemento calorífero acostillado, cuyo

tamaño es variable, y que puede aplicarse con muy buen resultado á la calefacción por el vapor, construído por los hermanos Körting, de Hannover. El número de elementos como éste, que se reunen en una estufa, varía desde dos hasta ocho, según la superficie de caldeo que se quiere obtener; el elemento superior sirve como vasija de expansión, y, por tanto, no se llena nunca completamente. En el elemento inferior existen dos serpentines de vapor que calientan el agua de que está lleno el aparato, hasta la mitad del elemento superior, poniéndola en circulación en el sentido indicado por las flechas; con el empleo de los dos serpentines se tiene una superficie variable de calefacción, y haciendo, por ejemplo, que uno de ellos tenga de superficie la mitad que el otro, pueden obtenerse efectos de intensidad relativa, como uno, dos ó tres, dando entrada al vapor en uno solo, ó en ambos serpentines. La entrada en éstos del vapor tiene lugar por el tubo *D*. A la salida de ambos tiene cada uno una válvula que, cuando se cierra, hace que el serpentín correspondiente venga á llenarse con el agua de condensación de la tubería, y cese de actuar como calentador. Las ventajas de este sistema de estufas consisten en que el calor demasiado intenso del vapor se transforma en ellas en un calor suave, y en que se acumula en la masa de agua que contienen una cantidad de calor tan grande, que las estufas permanecen todavía calientes una ó dos horas después de suprimida la corriente del vapor.

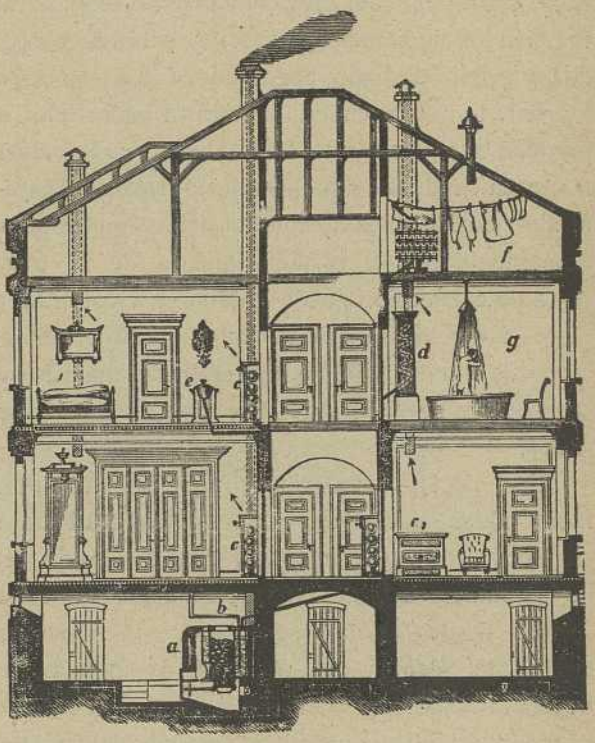


FIG. 330.
Calefacción por el vapor á baja presión, patente de Bechem y Post.

Uno de los sistemas de calefacción por el vapor más adecuados á los fines domésticos, y, en general, para la calefacción de cualquier edificio, es el propuesto por Bechem y Post, de Hagen, en Westfalia, según una patente en que se designa como calefacción por vapor á baja presión, y cuyo aparato ha sido construído diferentes veces por la ya citada Sociedad de Berlín, Schäffer y Walcker. En este aparato el generador de vapor no ofrece peligro alguno,

pues se halla dispuesto de manera que el consumo de combustible, y por consiguiente el fuego producido en el hogar, sujeto continuamente á una graduación que no permite que se exceda la pequeña presión necesaria para la marcha de la calefacción. A este fin, la caldera señalada en la fig. 330 con la letra *a*, tiene un regulador que funciona automáticamente por la influencia de la presión misma de vapor, y que, mediante una válvula, aumenta ó disminuye el acceso de aire al hogar, según convenga. Las demás letras de la citada figura corresponden á las partes siguientes: *b*, tubo de nivel; *c*, calorífero; c_1, ídem. En combinación con la calefacción al vapor se hallan también los siguientes aparatos: *d*, estufa de baño; *e*, cocina económica; *f*, secador, y *g*, pila de baño; por último, l_1 y l_2 son aspiradores para la ventilación. Durante la noche, cuando se cierran las estufas en las habitaciones, se cierra también el regulador del fuego debajo de la caldera, de modo que el cok permanezca candente, aunque sólo lo necesario para que á la mañana siguiente, al abrir las válvulas de comunicación con las habitaciones, se reanime instantáneamente por el restablecimiento de la corriente de aire. Con este sistema de calefacción puede graduarse á voluntad el calentamiento de cada una de las estancias, resultando muy sencillo el servicio y muy moderado el consumo de combustible. Según el testimonio de las primeras autoridades en la materia, los resultados de la calefacción por el vapor á baja presión son excelentes.

Una de las instalaciones más íntimamente enlazadas con los sistemas modernos de calefacción, y que ha alcanzado un gran desenvolvimiento, ejerciendo á su vez una influencia en sumo grado beneficiosa para la salud, es la de los cuartos de baño en las casas, que hoy existen muy generalizados, y en formas desde las más sencillas y prácticas hasta las más elegantes. En la lámina IX damos dos modelos de instalación, según los planos de la Sociedad Schäffer y Walcker, de Berlín; el modelo superior es muy sencillo, sin conducción de agua y con una pila de baño portátil, y en la que puede calentarse el agua directamente; la inferior, por el contrario, corresponde á un cuarto de baño lujosamente instalado, con pila, fuente y chimenea, todo de mármol.

También ofrecen gran importancia para la economía de las casas de mucha familia, colegios, etc., los aparatos de calefacción al vapor para los usos de cocina, de los cuales damos en la fig. 331 un ejemplo, que representa un hornillo de vapor tal como se han construído para vasijas de 1.500 litros de capacidad en las grandes clínicas universitarias de Halle a. S. Estos hornillos de vapor se construyen, según los casos, con calderas de dobles paredes ó de paredes sencillas, según que se quiera hacer actuar directamente el vapor, ó por intermedio de un baño de agua. En este último caso puede graduarse á voluntad la temperatura mediante el juego de las válvulas de alimentación del

baño, y por consiguiente obtenerse el máximo aprovechamiento nutritivo y la máxima digestibilidad de los alimentos. En dicha fig. 331, *S S* representan calderas para la condimentación de alimentos; *T*, una caldera para la cocción de patatas; *M*, una caldera que se puede quitar, destinada á la cocción de legumbres; *v*, válvulas de entrada del vapor; *a*, válvulas de salida del agua; *w*, llaves para la introducción de agua caliente en las calderas; *k*, llaves para la introducción de agua fría en el baño, y *d* y *g*, contrapesos.

La calefacción por el vapor ha alcanzado modernamente extensa aplicación en los Estados Unidos para el servicio de ciudades enteras ó parte de ellas, conduciéndose á las casas y á los cuartos el vapor desde un punto central de producción, por tuberías, de un modo análogo á como se practica con el gas

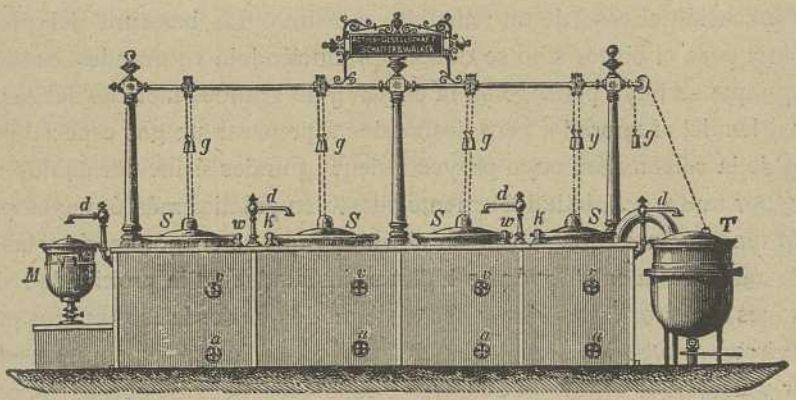


FIG. 331.—Hornillo de vapor con calderas.

y con el agua. En el año 1876 comenzó ya á practicar un tal Birdsill Holly, de Lockport, las primeras tentativas de esta especie de generalización del sistema de calefacción central, cuyas tentativas demostraron la posibilidad de la realización de esta colosal empresa. Inmediatamente formaron los americanos, tan amantes del espíritu de asociación, la *Holly Stean Combination Company*, que hoy tiene establecidas sobre tres millas inglesas de tubería de vapor, y ha mostrado que desde un mismo foco central es posible calentar un distrito de cuatro millas inglesas cuadradas de extensión, por medio del vapor.

CALEFACCIÓN POR EL GAS

Aparte del calor engendrado por los combustibles ordinarios, como hulla, lignito, madera, turba, etc., se utilizan también hoy para el mismo objeto los aceites minerales y los gases combustibles, particularmente el gas de hulla.

Por lo que hace á la llama del gas, la relación con las de los combustibles

ordinarios es análoga á la que existe desde el punto de vista del alumbrado, y en realidad es de esperar que, en un porvenir tal vez no muy lejano, el gas reemplazará á los combustibles sólidos en su aplicación á la calefacción, como lo ha hecho ya en gran parte respecto de las bujías lámparas de aceite. Ya la llama de gas tiene hoy extensa aplicación como foco calorífico para diferentes fines industriales, y particularmente para la fabricación de artículos de hierro, vidrio y porcelana. Pero hasta ahora el empleo general del gas en la calefacción entraña algunas dificultades prácticas. El gas del alumbrado ofrecido ordinariamente por las fábricas, es demasiado caro para que se pueda utilizar en grande como combustible, y, por otra parte, los aparatos de generación de gas como los que emplean los establecimientos industriales para los fines aludidos, no funcionan bien en pequeña escala, y, por consiguiente, no pueden tener aplicación al caso de un reducido consumo. La baratura del producto necesaria para el objeto sólo se obtiene produciéndolo en grandes cantidades. De aquí que se haya pensado en la creación de grandes fábricas de gas, análogas á las del alumbrado, pero destinadas á preparar un gas especial para el objeto de la calefacción, cuyo proyecto tiene grandes é incontestables ventajas, y, por tanto, será indudablemente puesto en práctica más ó menos pronto.

No tenemos más que pensar en el trabajo que se economizaría si las fábricas de gas para la calefacción se hallaran instaladas en la proximidad de las estaciones de ferrocarriles carboníferos, de modo que desde esos puntos pudiera conducirse por tuberías apropiadas el citado gas á las casas, sin necesidad de cargar y descargar el carbón dos, tres ó más veces en almacenes especiales, desde los cuales tiene que remitirse á los consumidores, los que á su vez necesitan destinar locales especiales para su depósito, y luego subirlo ó bajarlo hasta los puntos donde se encuentran los hogares en que se ha de consumir. ¡Cuántos locales que hoy sirven para la conservación de combustible, ó se hallan ocupados por voluminosas estufas, podrían utilizarse para otros fines, y cuánta mayor sencillez y facilidad se obtendría por aquel medio, pudiendo encender instantáneamente un foco de calor, como se verifica hoy con los de luz! La suciedad que va unida al empleo de carbón para la calefacción, desaparecería por completo; el calor sería aprovechado de un modo mucho más racional, empleando estufas apropiadas; podrían utilizarse en la preparación del gas las clases más inferiores y baratas de carbón, que no sirven actualmente para arder en nuestras estufas; la posibilidad de hacer surgir, en el instante que se quisiera, la llama del gas, haría innecesario el derroche de combustible empleado para encender el fuego; en una palabra, la calefacción por medio del gas (no nuestro gas del alumbrado, sino uno especial, obtenido directamente para este fin), es la más racional, y debe, por consiguiente, procurarse con el mayor empeño introducirla en la práctica. En realidad se han obtenido ya grandes éxitos en el terreno del arte de la calefacción con el llamado

gas del agua, que ya en 1837 obtuvo Sallique, en París, descomponiendo el vapor de agua por medio del carbón incandescente, si bien este procedimiento de generación de gas combustible no ha adquirido el desarrollo práctico necesario hasta época reciente en los Estados Unidos, mediante los trabajos de Strong y Dwight. En Alemania se formó á poco la sociedad "Europäisch Wassergasgesellschaft„ cuyo centro se halla en Hörde, con el objeto de explotar el procedimiento indicado.

El empleado por Strong para producir el gas de agua consiste principalmente en hacer pasar alternativamente por un horno de construcción especial, aire y vapor de agua, á través de una capa de carbón incandescente. Si éste posee una temperatura suficientemente elevada, el vapor de agua, al atravesarlo, se descompone en sus elementos hidrógeno y oxígeno, originándose con esto una mezcla gaseosa, cuyos principales componentes son el hidrógeno y el óxido de carbono que resulta de la combustión incompleta del carbón, cuya mezcla es muy inflamable y puede desarrollar, por su combustión, gran cantidad de calor. Dicha mezcla, llamada gas de agua, tiene indudablemente un gran porvenir industrial, pues la manera de producirlo es bastante menos costosa que la del gas del alumbrado, siendo de esperar, por tanto, que adquirirá con el tiempo extensas aplicaciones á la calefacción en general. Por ahora, sin embargo, no se suele hacer uso en las casas, para los mismos fines de calefacción, sino del gas del alumbrado ordinario, tal como se prepara en las fábricas de las ciudades ó en establecimientos privados. De todos modos, los industriales tienen que cuidar ya de las condiciones de este gas para su empleo como combustible de calefacción, tanto como hasta aquí han tenido que hacerlo desde el punto de vista del alumbrado. Pero la solución completa del problema entraña, por una parte, la construcción de aparatos apropiados, y, por otra, la posibilidad de ofrecer el gas á los consumidores á más bajo precio; en ambos sentidos se han hecho ya, en los últimos tiempos, considerables progresos. Así, por ejemplo, respecto á lo primero, encontramos los aparatos de G. Wobbe, director de la Fábrica de gas de Troppau, en Silesia, que son sumamente prácticos. La fig. 332 representa el mechero de Wobbe, construído según el sistema Bunsen; consiste en un tubo metálico, terminado inferiormente por la llamada linterna, y superiormente en un embudo, cuyo tubo puede atornillarse á la tubería de gas. Este penetra en la linterna á través de un cono, *a*, con un pequeño orificio, y arrastra consigo el aire contenido en ella, pasando mezclados aire y gas al tubo *b*. En el extremo superior, sobre la boca embudada del tubo *b*, se adapta un cono apoyado contra la tapadera *c*, y que obliga á la mezcla detonante á salir por la rendija circular que queda entre el borde del

FIG. 332. Mechero de gas de Wobbe para la calefacción.

tubo y la tapadera *c;* el gas saliente, una vez inflamado, arde con una llama partida en tres porciones por medio de los tres tornillos que atraviesan la tapadera *c*, y de color verde azulado, desarrollando una gran cantidad de calor. Por medio de los tres tornillos puede hacerse más ancha ó más estrecha la rendija, y graduar así la llama. El retroceso de la llama se halla impedido por la misma velocidad con que el gas sale por la estrecha rendija; este retroceso, que tiene lugar fácilmente en otros mecheros de gas, hace que al apagar la llama se produzca una pequeña explosión, completamente inofensiva por sí sola.

Las figuras 333 y 334 representan dos hornillos con mecheros Wobbe, que se distinguen de otros aparatos análogos por su pequeño consumo de gas y su acción rápida y enérgica. Dichos hornillos pueden ponerse en comunicación con la tubería del gas, mediante tubos de goma que se adaptan en *d*. También pueden construirse con los mismos mecheros estufas de gas para la calefacción de las habitaciones, en cuyo caso se colocan aquéllos en la parte inferior de la estufa, y encima, cubriéndolos, un tubo vertical embudado. Este tubo desemboca por su extremo superior en la caja hueca de la estufa, á lo largo de la cual tienen que descender los gases de la combustión, para encontrar salida en la parte inferior por la chimenea. Alrededor del tubo vertical ascendente se halla colocado, dentro de la caja de la estufa, un canal de aire, por el que puede circular el de la misma habitación ó el conducido de otra exterior, calentándose por el contacto con las paredes, y saliendo ya caliente por la parte superior.

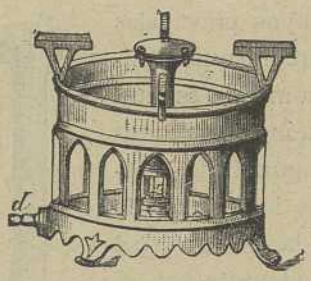


FIG 333.

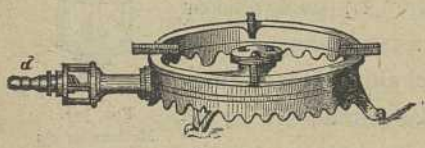


FIG. 334.

Hornillos de gas de Wobbe.

Las figuras 335 á 337 representan tres diferentes formas de estufas de gas, tales como las ofrece la sociedad "Schäffer y Walcker„ que hoy vende unas 250 por año; lo cual prueba, por una parte, que se va dejando ya sentir la necesidad de recurrir al gas para la calefacción, y, por otra, que dichos aparatos responden bien á su objeto. Realmente las estufas de gas merecen la preferencia siempre que se quiera caldear rápida y transitoriamente un espacio, ó bien cuando no pueda emplearse la estufa de carbón; y á este propósito se ha intentado construir aparatos especiales de calefacción, que, mediante un combustible artificial que lleva mezclado algo de nitro, dícese que pueden servir para calentar cualquiera estancia sin chimenea ni tubos de tiro alguno; pero de este modo penetra, como es natural, en la estancia el gas

carbónico que resulta siempre como producto final de toda combustión; y esto mismo es lo que sucede en las estufas de gas cuando no se las provee de tubos de tiro. Semejante sistema de calefacción es defectuoso é insano. Pero en las buenas estufas de gas hay que cuidar también de que no pueda escaparse ninguna porción de éste sin arder, pues de lo contrario se tendría por un lado un olor molesto y desagradable, y, por otro, una pérdida de material. Puede calcularse, por término medio, que el consumo de gas por hora para cada 100 metros cuadrados de capacidad del espacio que se quiere caldear, es de 0,4 á 0,5 metros cúbicos con tubos de aspiración, y de 0,3 sin tubos de aspiración.

En lo que respecta á los aparatos comunes de calefacción por gas del alum-

FIG. 335.

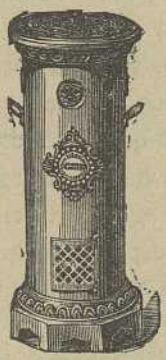


FIG. 336.

FIG. 337.

Estufas de gas.

brado, construídos hasta hoy para diversos fines, pero particularmente para la cocción y preparación, en general, de alimentos, y para las operaciones químicas, han adquirido una celebridad especial en Alemania, Ch. Hugueny de Strasburgo, R. W. Elsner, Samuel Elster, Schäffer y Walcker, en Berlín, el profesor Bunsen y Desage, en Heidelberg, y V. Schawarz, en Nurenberg. En cuanto al coste, se ha encontrado que siendo el precio del gas de 19 á 22,50 pesetas por 100 metros cúbicos, y el peso específico de 0,4 á 0,5, puede calentarse hasta la ebullición en dieciocho á veinte minutos, partiendo de la temperatura ordinaria, kilogramo y medio de agua, con un gasto de 0,3 á 0,4 céntimos de peseta. En general puede admitirse que en hornillos bien dispuestos cabe poner en ebullición de 36 á 40 litros de agua fría con un metro cúbico de gas. Para la calefacción de la catedral de Berlín, cuya capacidad es de 17.360 metros cúbicos, siendo de 3° centígrados bajo cero la temperatura exterior, y de 1° centígrados bajo cero la interior, y obteniéndose en 40 minutos la elevación hasta 10 centígrados por término medio, se con-

sumieron 58,9 metros cúbicos de gas. Según esto, resultan tres metros cúbicos y cuatro decímetros de gas para cada 1.000 metros cuadrados de capacidad.

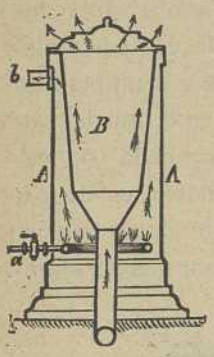


FIG. 338.
Estufa de gas de Vanderkelen.

Para el sostenimiento de la temperatura alcanzada fueron necesarios por hora 3.069 metros cúbicos de gas para cada 1.000 metros cúbicos de capacidad. En la calefacción de la citada iglesia se emplearon 8 chimeneas con 24 mecheros cada una, reuniendo en total una superficie de llama de $26\frac{2}{5}$ de metros cuadrados, que corresponden á 125 centímetros cuadrados por cada 1.000 metros cúbicos de capacidad.

Una estufa de gas, relativamente antigua, pero de condiciones muy convenientes y aun recomendables, es la construída por L. Vanderkelen y representada en la figura 339. Esta estufa, construída de plancha de hierro ó de cobre, consiste en una caja cilíndrica, *A*, á la que va unido por la parte superior, sin comunicar con ella, el cuerpo hueco cónico *B*, el cual está abierto por arriba y desemboca inferiormente en un tubo que se abre en la misma habitación, ó bien se lleva hasta otra exterior, por donde penetra el aire que se calienta en el aparato. En la parte inferior del espacio situado entre las paredes de *A* y *B* se halla el mechero de gas en forma de corona, que se hace comunicar por *a* con la tubería; antes de llegar á los mecheros el gas se mezcla con aire, mediante un tubo especial. Por la parte superior, este espacio comunica en *b* con la chimenea que da salida á los productos de la combustión. El aire calentado en el cuerpo hueco *B*, sale á la habitación por unos orificios de la tapadera. Esta construcción tiene la ventaja de que no existe con ella peligro alguno, aunque se tenga el descuido de dejar abierta la llave del gas estando apagada la estufa, puesto que el gas no puede nunca penetrar en la habitación, sino que desaparece por la chimenea *b*.

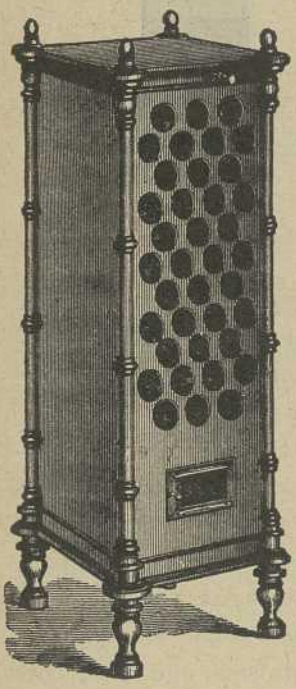


FIG. 339.
Estufa de circulación, de gas, según H. Zschetzschingk.

Una de las construcciones más modernas de este género es la estufa de circulación, de gas, según H. Zschetzschingk, representada en la fig. 339. Los principios fundamentales de este sistema son: 1.°, obtener la mayor superficie de calefacción posible, y con esto un aprovechamiento racional y rápido del calor; 2.°, impedir que ninguna parte del aparato llegue á ponerse incandescente, viciando el aire que se

ponga en su contacto; 3.°, evitar toda producción de olor é impurificación de la atmósfera por la conducción del gas y los productos de su combustión al exterior, unido esto á una ventilación, graduable á voluntad en cada momento; 4.°, graduación automática del acceso del gas y del aire al foco de combustión. Estos principios se realizan en la forma siguiente: la caja exterior de la estufa, de palastro, de forma prismática cuadrada, cerrada por todas partes, menos por abajo, que está completamente abierta, es atravesada por un gran número de tubos de circulación de aire, algo inclinados, bajo los cuales actúa un mechero de gas, según Bunsen, con llama azulada y sin humo. El calor desprendido de esta llama, que asciende dentro de la caja de la estufa, calienta por todos lados, y en alto grado, los tubos de circulación de aire, y la posición inclinada de estos tubos, abiertos por ambos extremos, da lugar á que la circulación á través del aire de la habitacion sea continua, y que, por consiguiente, se obtenga un calentamiento rápido de ésta.

Sobre los gastos de la calefacción por el gas del alumbrado, el doctor H. Fischer, de Hannover, publica en el *Diario politécnico*, de Dingler, los siguientes cálculos:

"Si se calcula en 1.000 calorías la cantidad de calor necesaria por hora para calentar una pieza de tamaño mediano, siendo la temperatura exterior la media invernal, en cuyo caso para diez horas se necesitarán 10.000 calorías (una caloría es la cantidad de calor necesaria para elevar de 0 á 1° centígrado la temperatura de un kilogramo de agua), los gastos de calefacción serán como sigue: un kilogramo de cok no permite aprovechar más de 4.000 calorías, y sale, comprando el cok por mayor, á 2,25 pesetas; por consiguiente, el cok empleado en la calefacción por diez horas costará $\frac{10.000}{4\,000}$ 2,25=5,6 céntimos. A esto hay que añadir un céntimo que podemos admitir cueste el combustible necesario para encender el cok, de suerte que el coste total en combustible será de unos 6,6 céntimos de peseta. El gas del alumbrado cuesta en Hannover á 17,50 céntimos el metro cúbico cuando se consume en gran cantidad; y admitiendo que su peso específico sea el medio, resulta á 31,25 céntimos el kilogramo. Con este peso de gas se podrían producir sin dificultad las 10.000 calorías, aun conduciendo á una chimenea aspiradora los productos de la combustión; para encender el gas basta una cerilla.„

Resulta, pues, que la calefacción de la expresada pieza, durante diez horas, costaría, en combustible, 26,65 céntimos más empleando el gas que empleando el cok. Si suponemos que se prolongase esta calefacción por espacio de cien días, el exceso sería de 26,65 pesetas. Pero á cambio de esto la calefacción por el cok exige una ocupación más cuidadosa, y durante mucho más tiempo, por lo cual, así como desde el punto de vista de la limpieza, la calefacción por gas es indudablemente muy superior.

Pero como no en todas partes se tiene á mano el gas del alumbrado, se comprende que se haya intentado utilizar para la calefacción los aceites minerales, particularmente los petróleos, tan baratos en la actualidad. Se han construído al objeto estufas sumamente pequeñas, con los correspondientes mecheros, en las cuales es también muy conveniente procurar salida por una chimenea á los productos de la combustión, por más que no siempre se haga.

Al terminar con esto nuestra reseña de los diversos aparatos de calefacción, debemos dedicar algunos párrafos á un asunto á que nos conducen como por la mano las últimas consideraciones, ó sea

LA VENTILACIÓN

La necesidad de la ventilación desde el punto de vista de la higiene es tan conocida por todas las personas ilustradas, que no hay necesidad alguna de insistir sobre ella; el aire puro es la primera condición para la vida.

En nuestras viviendas comunes, aun en la época del año en que acostumbramos á tener cerradas las puertas y ventanas para impedir la desagradable impresión producida por la entrada del aire frío, y calentamos las habitaciones como es corriente, tiene siempre lugar una ventilación espontánea, que suele favorecerse abriendo de vez en cuando las mismas ventanas y puertas. Hasta las paredes, sean de madera, piedra ú otros materiales, y por más que tengan un espesor considerable, permiten hasta cierto punto alguna renovación del aire de las habitaciones, según ha quedado palpablemente demostrado por el profesor Pettenkofer. Es fácil practicar una experiencia que no deja lugar á dudas sobre el particular. Se impregna y reviste con pez por todas partes, menos en dos puntos opuestos, un ladrillo de arcilla ó un trozo de cemento ó de madera, interceptando así el paso del aire, excepto por dichos puntos, á los que se adaptan dos tubos de metal ó de vidrio; si se sopla por el extremo de uno de ellos, teniendo el otro aplicado contra una llama, se ve que el aire pasa con una facilidad sorprendente á través de esas materias, al parecer tan compactas.

Por consecuencia de esta porosidad de las paredes de nuestras habitaciones, tiene lugar en éstas, aun cuando estén cerradas puertas y ventanas, una renovación de aire continua, cuya intensidad depende de la diferencia de temperatura entre el aire interior y el exterior, pero que en general es demasiado débil. Sin embargo, en tiempo frío entra en juego otro factor para acrecentar dicha renovación, cual es el tiro de las chimeneas de los aparatos de calefacción, que al extraer el aire viciado interior, favorece el ingreso de aire exterior puro. La cantidad de aire fresco absorbido por una estufa ordinaria puede calcularse, según Pettenkofer, en 90 metros cúbicos por hora en los

casos más favorables; de modo que la ventilación en las circunstancias ordinarias en que los factores ya indicados se hallan en actividad, debe ser suficiente para sustituir el aire impurificado por la respiración de los habitantes. Pero no siempre sucede así, y hay casos en que no siendo bastante esta ventilación natural, es necesario recurrir á aparatos y medios artificiales para activarla.

Según el citado profesor Pettenkofer, la cantidad de aire necesaria para un adulto es de 60 metros cúbicos por hora; en las salas de hospitales se llega hoy á calcular 150 metros cúbicos, cuyo contingente sólo puede alcanzarse por un medio artificial mecánico.

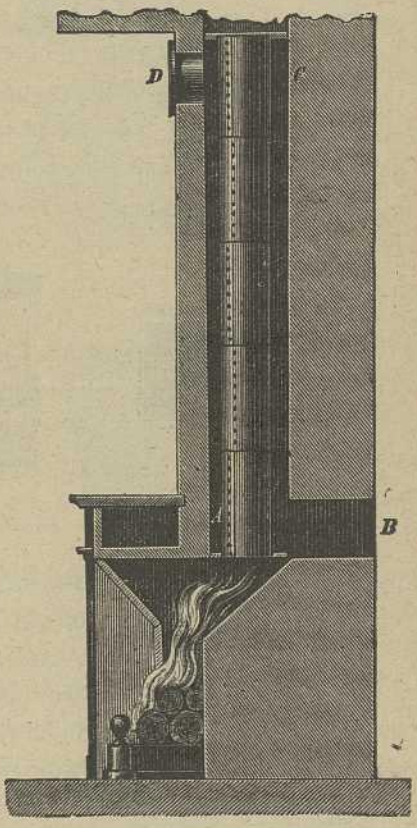


FIG. 340.—Chimenea ventiladora.

Existen dos caminos para el objeto: ó aspirar el aire enrarecido y dejar á la presión atmosférica el cuidado de compensar el déficit, restableciendo el equilibrio de presión, ó introducir aire puro en el recinto, obligando así á salir al ya viciado que había en él. En el primer caso se utiliza generalmente, como medio aspirador, una diferencia de temperatura, ó sea el calor; en el segundo hay que hacer actuar un aparato inyector, ó fuelles.

La renovación del aire por aspiración se produce ya con cualquier estufa, pero en mayor escala con las chimeneas, como hemos tenido ocasión de indicar repetidas veces.

En la construcción de las chimeneas se realizó un gran progreso adoptando el sistema de ventilación doble. En efecto; para no dejar perder cantidades de calor tan considerables como las que desaparecían con los gases por la chimenea propiamente dicha, en las disposiciones ordinarias, se trató de utilizarlo para poner en acción una especie de tubos de aspiración del aire exterior (*cheminée d'appel*), que lo conducían á la habitación que se quería ventilar. Así se evitaba el desagradable efecto de las corrientes de ingreso por puertas y ventanas. Hasta después de muchas tentativas frustradas no llegó Douglas Galton, capitán inglés de ingenieros, á encontrar, á mediados del año 50, las condiciones apropiadas para una solución satisfactoria del problema, construyendo una chimenea ventiladora, con la que se aprovechaba cerca

del 35 por 100 del calor desarrollado por el combustible, mientras que, según hemos dicho antes, con las chimeneas ordinarias sólo se utilizaba un 12 ó 14 por 100.

La fig. 340 representa una de estas chimeneas ventiladoras en corte vertical. *A C* es un tubo de palastro ó fundición de hierro, por el que parten desde el hogar los productos de la combustión. En el espacio anular que queda alrededor de este tubo entre sus paredes y las de obra de la chimenea propiamente dicha, penetra aire fresco del exterior á través del canal *B*. Al ascender este aire en contacto con las paredes del tubo *A C*, se calienta, y después alcanza ingreso en la habitación por el orificio, *D*, provisto de una ventana reguladora. Es mejor obligar, por medio de aparatos al efecto, al aire puro y caliente á que penetre en la pieza, que no hacerle que recorra cierto espacio por las capas superiores antes de que pueda descender y desaparecer inmediatamente aspirado por la chimenea, consiguiendo que, por el contrario, se

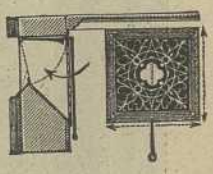


FIG. 341.

FIG. 342.

FIG. 343.

Rejilla ventiladora «excelsior.»

mezcle antes íntimamente con el contenido en la estancia. También puede servir naturalmente para el objeto el modelo de chimenea de Douglas, representado en la fig. 250, pág. 535.

Se han construído también aparatos especiales para adaptarlos á un orificio que se abre detrás de la chimenea ó en una manga de aire. A este género de aparatos pertenece la *rejilla ventiladora excelsior*, de la Sociedad Schäffer y Walker, representada en las figuras 341 á 343, y que se ha acreditado como de uso excelente. Con ella se obtiene una ventilación muy enérgica, bien por sí sola, como en la disposición de la fig. 341, bien con el auxilio de una llama, como manifiesta la fig. 342; pero generalmente basta ya el calor de las paredes interiores de un edificio para producir una ventilación suficiente. Mientras la extracción del aire interior se verifica por medio de las piezas que señalan las figuras 341 y 342, en el caso de una renovación muy activa hay que cuidar también del suministro de aire fresco. Esto se consigue con el resultado más conveniente, mediante el *cajón de aire* representado en la fig. 343, que se coloca en la pared de la habitación, lo más enfrente posible de la rejilla aspiradora; *g* es un enrejado de alambre con un marco que se aplica al orificio externo para asegurar la comunicación libre del aire; *k* es una caja de palas-

tro, en la que puede hacerse penetrar á voluntad el cajón *i*, con el fondo adicional inclinado, *s*, de modo que mediante dicho fondo pueda dirigirse la corriente de ingreso hacia arriba, hacia la derecha, hacia la izquierda ó hacia abajo en la habitación, con lo cual es dable evitar que se haga sensible directamente sobre un punto dado. La cara interna del cajón *i* se cubre del mismo papel que las paredes, de manera que apenas se hace perceptible.

Fig. 345.

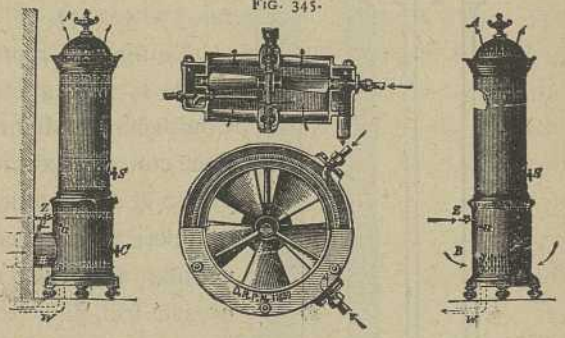


Fig. 344. Fig. 346. Fig. 347.

Cuando se necesita obtener una ventilación aún más enérgica, como en lazaretos, clínicas, oficinas, fábricas, locales públicos, etc., se puede hacer uso, con ventaja, del ventilador *kosmos*, que es un ventilador hidráulico que trabaja en silencio, renovando, purificando, desinfectando y refrescando el aire de la habitación, y cuya forma externa y disposición interior se representan en las figuras 344 á 351.

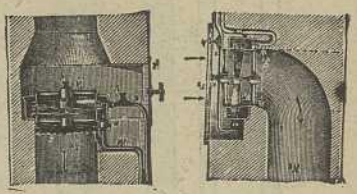


Fig. 348. Fig. 349.

Consta este aparato de una rueda de aire, *B*, que se halla enlazada con una rueda motriz (especie de turbina); esta última es puesta en rápida rotación, en uno ú otro sentido, por un hilo de agua tomado en su cañería, y, según el sentido de la rotación, la rueda de aletas ó ventilador inyecta en la estancia aire exterior, como representan las figuras 346 á 348, ó extrae de ella el aire viciado, como es el caso de las figuras 349 á 351.

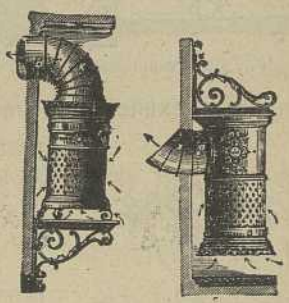


Fig. 350. Fig. 351.

Ventilador «kosmos».

Cuando se quiere lavar el aire exterior para preservarlo del polvillo, refrescarlo y humedecerlo, puede conducirse el filete de agua propulsor, ó una parte de él, á un aparato pulverizador, *S*, situado inmediatamente debajo de la rueda de alas (figuras 344 y 345), donde se obtiene una gran división del agua y una mezcla íntima de ella con el aire que la rueda hace penetrar. El agua empleada puede hacerse salir por el tubo *W;* y como quiera que es completamente pura, puede muy bien emplearse de nuevo.

Mediante ciertas adiciones especiales, como de ácido fénico, por ejemplo, puede convertirse ese chorro de pulverizador en un medio de desinfección. El ventilador *kosmos* es construído por la Sociedad Schäffer y Walker en tres

formas: primera, para instalación fija (figuras 344, 348 y 349); segunda, á manera de columna portátil para instalarlo en salas, etc., en que se quiera renovar y desinfectar el aire (figuras 346 y 347); y tercera, de igual forma, pero más en pequeño, y con tubos acodados, para instalarlo bajo el techo de la estancia (figuras 350 y 351).

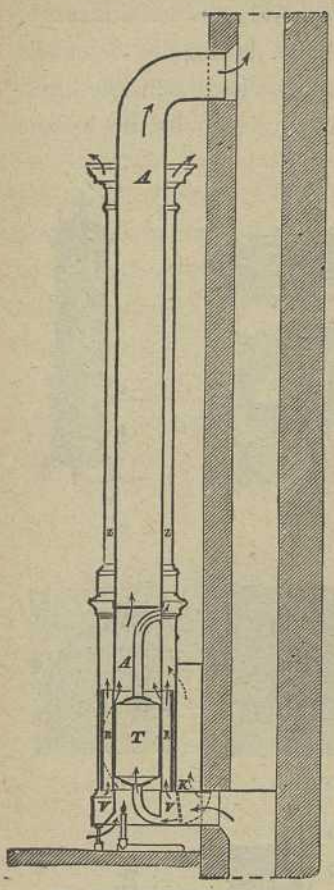


FIG. 352.—Ventilador paragón.

La fig. 352 representa otro aparato muy activo de la misma clase, construído por Kauffer y Compañía, de Mainz. Sirve este aparato para ventilar con aire exterior puro, pero caliente, extrayendo el aire interior impuro. En efecto, cuando se quiere tener caliente la habitación que se ha de ventilar, es preciso que el aire que se introduzca no esté frío, pues de lo contrario la impresión que produjera su entrada habría de ser siempre desagradable. El uso del ventilador paragón es el siguiente: el aire fresco, conducido por un zócalo de palastro, llega á una caja, *V*, en la parte inferior del aparato, desde donde asciende, por un sistema de tubos, hasta el canal común de alimentación, *Z*. Una parte del aire fresco penetra en el cilindro *T*, situado entre los tubos, y después de calentarse allí fuertemente, se mezcla con el resto del aire fresco. Para poder graduar á voluntad la proporción de aire que entra y sale por el aparato, existe en su parte inferior un mechero de gas, de construcción especial, semejante al de Wobbe, representado en la figura 332. Como en verano es, no sólo innecesario, sino inconveniente, el calentamiento previo del aire exterior, se cierra entonces la válvula, *k*, como se indica por puntos en la fig. 352, en cuyo caso penetra el aire fresco directamente por el cilindro más ancho que rodea la parte superior del aparato. El aire que sale adquiere, por consiguiente, más alta temperatura y determina un tiro más enérgico. Este aparato puede también instalarse sobre una lámpara, como muestra la fig. 353, y en este caso el calor de la lámpara sirve para dar impulso á las corrientes ventiladoras. Un aparato análogo y más antiguo, inventado por el ingeniero Tittelbach, en el que se utiliza también el calor emitido por los aparatos de alumbrado

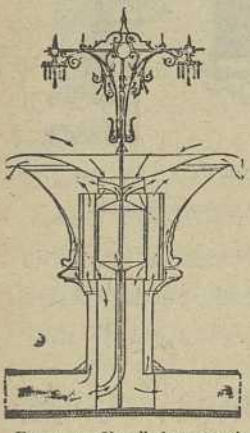


FIG. 353.—Ventilador paragón.

para la expulsión del aire viciado, es el que representa la fig. 354. La disposición es la siguiente: *a a* son pantallas de latón, que tienen en su centro unos pequeños tubos cónicos, rodeada cada una por otra mayor también de metal, *b b*, por cuyo medio se evita que la pantalla inferior, *a*, pierda rápidamente, al contacto del aire, el calor recogido de la llama de gas, que arde debajo. Las pantallas *b* se hallan provistas de unos orificios, y en comunicación con el tubo encorvado, *c*, en cuyos extremos penetran los tubitos cónicos de las pantallas *a a*, de modo que éstas comunican directamente con el tubo *c c*. Inmediatamente encima de las pantallas, el tubo *c c* contiene unos pequeños orificios en su pared, y por la parte superior comunica este mismo tubo con la chimenea, ó bien con un tubo de tiro especial que se abre al aire libre. El tubo *c c* se halla envuelto por otro, *d d*, más ó menos adornado, y que comunica por la parte superior con una caja, *e*, también adornada, provista de orificios, y que sirve, entre otras cosas, para la suspensión del aparato en el techo de la habitación. El aparato está construído todo él de palastro, excepto en las partes más visibles, y de adornos, que son de fundición de cinc, pudiendo recibir, por lo demás, formas diversas, según las exigencias de cada caso.

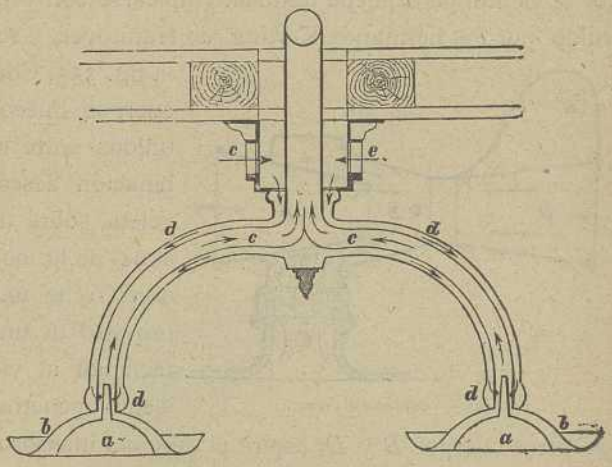


FIG. 354.—Aparato de ventilación para locales públicos.

La unión con los mecheros de gas se verifica de tal modo, que el centro de las pantallas venga á caer exactamente encima de las llamas, flotando á una altura de unos 30 centímetros sobre ellas. En esta disposición los productos de la combustión de la llama de gas escapan con gran rapidez por los tubitos cónicos de las pantallas en el tubo *c;* y tanto por efecto de su propia velocidad como del tiro que resulta del calentamiento ulterior de la chimenea, ejercen una acción aspiradora por los orificios situados en la parte inferior del tubo *c c*, en virtud de la que penetran por los orificios de la caja *e*, y en la dirección de las flechas, los vapores acumulados en las capas superiores de la atmósfera, recorren el espacio comprendido entre el tubo *c* y el exterior *d*, y penetran, por último, en el interior del primero, para ser expulsados á la atmósera libre.

El desarrollo de calor en las llamas de gas, bastante considerable, hace de

este aparato un ventilador muy enérgico, y permite su empleo allí donde no puede utilizarse para el mismo objeto chimenea ni aparato de calefacción alguno.

Desde luego es condición esencial en todos los casos el suministro de la cantidad necesaria de aire puro; cuya condición entraña muchas veces algunas dificultades para su realización.

Modernamente suelen usarse también para la ventilación tubos verticales especiales, que sobresalen del techo; especie de mangas que tienen en su extremo superior un mecanismo adecuado, que les permite ejercer una acción aspiradora bajo la influencia del viento. Esta acción aspiradora puede deberse, por ejemplo, á una rueda de aletas unida á un tornillo y puesta en rotación por el viento; pero puede también emplearse con ventaja el mecanismo construído por los hermanos Körting, de Hannover, y representado en sección en la fig. 355. Consiste este aparato en tres cuerpos huecos en forma de embudo, unidos entre sí, *A*, *B* y *D;* esta combinación descansa, á la manera de una veleta, sobre un pivote, *C*, colocado encima de la boca de una manga ventiladora ó de una chimenea ordinaria, y provisto de una ala, *W*, para seguir con facilidad al viento en su dirección. El viento penetra por *A*, y al atravesar los otros cuerpos *B* y *D*, aspira el aire del interior través de la manga ó chimenea *C*.

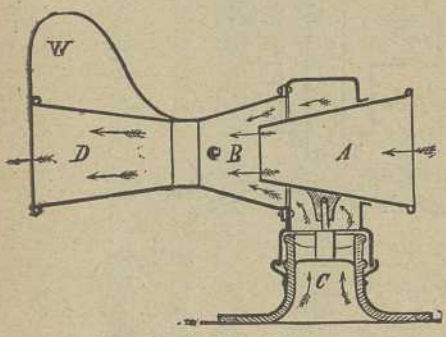


FIG. 355.—Ventilador Körting.

Todos los mecanismos ventiladores descritos hasta aquí actúan por aspiración, y pertenecen, por tanto, al primero de los sistemas señalados anteriormente; pero no siempre basta el efecto que con este sistema puede obtenerse, y en los casos en que se trata de producir una renovación de aire extraordinariamente activa, es forzoso recurrir al otro, ó sea el sistema que consiste en inyectar aire fresco por medio de fuelles ó máquinas apropiadas.

En este caso el acceso del aire fresco ó calentado previamente por cualquier medio, como, por ejemplo, una estufa, etc., tiene lugar por la parte superior, mientras que el aire viciado, que se ha hecho más denso por la presencia del gas carbónico, encuentra salida por la parte inferior.

Pero ni los aparatos del sistema aspirador ni los del sistema inyector satisfacen por completo á sus fines, teniéndose todavía que luchar frecuentemente con los inconvenientes de las corrientes de ingreso de aire á temperatura distinta de la que reina en la estancia; de modo que el ideal de tener en locales cerrados una atmósfera tan pura como la exterior, está todavía por realizar,

no obstante los grandes esfuerzos practicados hasta hoy con los aparatos conocidos, y esto aparte de que el aire que rodea las viviendas, al menos en las grandes ciudades, dista mucho de ser puro. Pero de todos modos, la industria, que no cesa en sus progresos, ha conseguido ya de diversas maneras proveer á la calefacción y ventilación de las habitaciones y sitios públicos de reunión en condiciones que responden bastante satisfactoriamente a las exigencias de la higiene y del *confort.*

GOMAS, RESINAS, BARNICES Y LACAS

Secreción de las gomas y resinas por las plantas.—Variedades de gomas.—Resinas propiamente dichas.—Resinas duras.—Resina de pino.—Pez.—Colofonia.—Mastic.—Incienso y mirra.—Estoraque.—Benjuí.—Sandaraque.—Copal.—Daumar.—Ambra.—Asfalto.—Resinas blandas.—Trementina.—Bálsamos del Perú: de la Meca; de Tolú; de Copaiba.—Liga.—Ambar.—Gomorresinas.—Barnices y lacas.—Barniz de aceite de lino.—Barniz de copal y laca.- Barniz de succino, ó ámbar.—Barniz ordinario.—Goma laca.—Laca de asfalto.—Tinta de imprenta.—El arte de hacer lacas en el Japón.—Fabricación del lacre.—Su historia.—Sus materiales.—Propiedades del lacre bueno.—Mastics ó cementos.

En los cerezos, así como en otros árboles frutales, se observa con frecuencia la exudación, á través de su corteza, de una masa de aspecto vidrioso, blanda al principio, pero que después se endurece gradualmente, de color amarillo ó pardo claro, de sabor dulzaino algo aromático, y de una gran ductilidad, de suerte que, humedecida, se deja extender en hilos. En el lenguaje familiar se suele designar esta sustancia con el nombre de resina; pero este nombre no es apropiado, pues dicha masa es una goma, es decir, la goma vegetal, que por efecto de una enfermedad del árbol, se segrega por la corteza. La resina propiamente dicha es, por el contrario, la sustancia que fluye en gotas claras

de color amarillo de oro, por los poros de la madera de pino recién cortada, ó bien forma en los pinos mismos costras blanquecinas ó amarillo mate, en los puntos donde se practica una incisión que llegue hasta la albura ó capa donde se forma la madera joven. Por lo demás, tanto la resina como la goma no son otra cosa que jugos vegetales concretados, de composición química muy variable. No todos los jugos de los árboles dan resinas y gomas por la desecación; la savia del álamo que, extraída en primavera, produce un vino espumoso muy agradable; la del acebo, particularmente la variedad americana que se explota para la extracción de azúcar y otros árboles, deben á la presencia de éste sus aplicaciones industriales; el alcanforero contiene, como parte más esencial de sus jugos, un aceite etéreo sólido, el alcanfor; otros jugos vegetales ofrecen las sustancias curtientes ó medicinales; y, en una palabra, el aprovechamiento de esta "sangre„ de los vegetales, es sumamente general, importante y variado. Ahora bien: la goma de nuestros cerezos apenas tiene aplicación entre nosotros, y sólo circula en el comercio en pequeñas cantidades. Mayor es la importancia de las variedades de gomas suministradas en gran cantidad por diversos árboles tropicales, particularmente de la familia de las mimosáceas, y que difieren esencialmente de la de cerezo. Por su composición química pueden dividirse las gomas todas en tres grupos, según que tengan como componente principal la basorina, la arabina ó la cerasina. De estas tres sustancias, la basorina y la cerasina se hinchan sin disolverse en el agua, mientras que la arabina es completamente soluble en ésta.

FIG. 356.—Rama de la *Acacia nilótica*.

La principal especie comercial de este grupo es la llamada goma arábiga, que, no obstante, sólo procede en una mínima parte de la Arabia; más bien es suministrada al comercio por el Nordeste de Africa (Egipto, Nubia, Abisinia), así como por la costa del Somali, Túnez, Marruecos y el Cabo de Buena Esperanza. La goma procedente de Senegambia, y conocida en el comercio con el nombre de "goma del Senegal„, es considerada como de segunda clase, y su valor es menor; Schweinfurth ha demostrado, sin embargo, que todas las clases superiores de goma, incluso la del Senegal, proceden de la cuenca del Nilo y de los mismos árboles, que son: la *Acacia arábica* (Willd.), *Acacia verek* (Guill. y Perott.), *Acacia nilótica* (Del.) (fig. 356) y *Acacia gummífera* (Will.). Como la goma, tal como llega á nosotros, tiene un aspecto muy desigual, y generalmente se hallan impurificada por trocitos de madera, semillas, arena, etc., hay que privarla de semejantes impurezas y cla-

sificarla por el color y el tamaño de los pedazos antes de exponerla á la venta. Estas clases elegidas *(gummi arábicum electum)* tienen naturalmente un precio más elevado que las variedades llamadas naturales. La goma es mejor cuanto más blanca; la variedad procedente de Australia, en grandes trozos de color rojo cereza, y segregada allí por la *Acacia pycnantha* (Benth.), es la más barata del comercio. Conocido es de todo el mundo el empleo de la disolución de goma en agua para pegar: las rotulatas, los sobres de cartas, etc., se impregnan con esta solución. La propiedad desfavorable que tiene de contraerse fuertemente por la desecación, haciendo que se arrugue el papel impregnado de ella y que la capa gomosa quede áspera, puede contrarrestarse por completo adicionando una pequeña cantidad de glicerina. En el estampado de los tejidos sirve la goma para fijar los colores y para apretar aquéllos, y en las boticas para la preparación de emulsiones y otros medicamentos.

FIG. 357.—Rama del *Astrágalus gummifer*.

Una de las clases de goma que se separa bastante, por sus propiedades, de le anterior, es la goma de tragacanto, la cual es soluble sólo en parte en el agua, dejando un residuo de basorina que no hace más que hincharse. La goma tragacanto procede de varias plantas pertenecientes á la familia de las leguminosas, que crecen en Siria y Grecia, pero particularmente del *Astrágalus gummifer* (fig. 357).

Las resinas se diferencian de las gomas por su insolubilidad en el agua y su solubilidad en los aceites esenciales, el éter, la bencina, etc., en cuyos líquidos las gomas son también insolubles. Las resinas son de las sustancias más difundidas en el reino vegetal, y se encuentran abundantemente también entre los productos fósiles pertenecientes á este reino, cuya extracción de las entrañas de la tierra constituye una rama especial de la minería. Su aplicación á las artes é industrias es sumamente grande, y crece de un modo incesante de año en

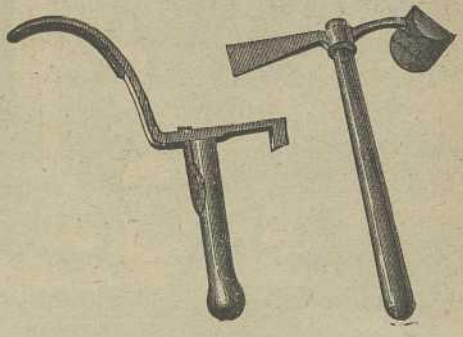


FIG. 358. FIG. 359.

Útiles para la explotación de las resinas.

año, á medida que la química va enseñando á reconocer y separar los componentes de esos valiosos productos. En general, se distinguen por las pro-

FIG. 360.—Recolección de la trementina natural.

piedades siguientes: son incoloras, amarillas, pardas ó verdes, en su mayor parte de estructura granosa, é incristalizables, algunas transparentes, otras translucientes, y las más opacas. Las hay duras y friables, y blandas y dúc-

FIG. 361.—Descortezamiento de los árboles.

tiles. Por sí solas las resinas son inodoras, pero muchas poseen un olor más ó menos penetrante, debido á la presencia de aceite etéreo; su insolubilidad en el

agua las hace también insípidas; pero otras sustancias mezcladas con ellas les comunican con frecuencia un sabor amargo, acre y ardiente. Se funden á un calor suave en un líquido oleoso, espeso y glutinoso, en cuyo estado pueden extenderse en hilos. Arden al aire con una llama clara y fuertemente fuliginosa. La mayor parte de las resinas se disuelven en el alcohol, muchas en los aceites esenciales como el de trementina; la mayoría de las resinas fundidas se mezclan fácilmente con los aceites grasos, y muchas se disuelven en ellos á una temperatura elevada. En estas últimas propiedades descansa principalmente la aplicación industrial de las resinas á la fabricación de barnices y lacas.

Se suelen distinguir las siguientes clases de resinas: 1.ª, resinas duras; 2.ª, resinas blandas y bálsamos; 3.ª, gomorresinas, y 4.ª, el cautchuc, ó goma elástica.

Entre las resinas duras, las más conocidas son las de los pinos y algunos otros árboles de la familia de las coníferas, y entre ellas, la resina común, que se origina por la desecación al aire de la trementina que fluye por la corteza de los pinos ordinarios. Este producto es una mezcla de resina propiamente dicha, y esencia de trementina, y fluye unas veces de una manera espontánea, y otras veces mediante incisiones practicadas de intento en dicha corteza. Relativamente es, sin embargo, poco considerable la explotación del pino común para este objeto, y tiene mucha mayor importancia la extracción de resina en la costa occidental de Francia, y en Portugal, del pino marítimo. En Francia se llama *galipot* á la resina obtenida naturalmente de este árbol, que se halla formando bosques en extensas regiones de la costa, para protegerlas contra la violencia de los huracanes. La resina de pino fundida y colada por paja, suministra la pez blanca, que emplean los cordeleros para dar consistencia á sus cordeles de cáñamo, y se utiliza también para revestir los toneles de cerveza. La pez negra se obtiene con preferencia, en forma de residuo resinoso, al fundir la pez ordinaria y se usa para cerrar herméticamente las rendijas de la madera, para calafatear los buques y cordajes; para este último objeto se diluye la pez con brea de leña caliente. Sirve también para la preparación del cemento llamado mastic, que preserva á la madera contra la humedad. Cuando la trementina se somete á la destilación, con objeto de extraer la esencia, queda un residuo resinoso de color amarillo pardusco, llamado colofonia, que se usa para frotar los arcos de los instrumentos de cuerda, en cuyo empleo no se ha encontrado hasta hoy ninguna otra sustancia capaz de sustituirla. El consumo que de ella se hace con dicho objeto es bastante considerable, distinguiéndose variedades de mayor ó menor grado de finura; modernamente se ha sustituído la forma tosca y primitiva de empleo de la colofonia dando á los pedazos de ella una figura más apropiada al caso. Aparte de este uso, se emplea también la colofonia en la industria para soldaduras, para

aumentar el rozamiento de las correas de transmisión en las máquinas, para preparar jabones, barnices, cementos, en la empegadura de ciertas vasijas, y para obtener emplastos y fumigaciones. La colofonia fué conocida en la más remota antigüedad, y su nombre proviene del de la ciudad lídica Kolophon, de cuyo puerto, Notion, salían anualmente muchos buques cargados de tan estimada resina. Los griegos la empleaban en fumigaciones, pero particularmente para añadirla al vino (que se decía resinado), con lo cual se hacía más conservable, si bien adquiría al mismo tiempo ese gusto de pez que todavía se reconoce hoy en los vinos del Oriente donde se ha conservado en uso esta antigua práctica. Hoy se emplean más bien para tal objeto las clases inferiores de otra resina dura, el mastic almáciga, que se extrae en granos amarillos y friables de la *Pistacia lentiscus* (familia de las terebintáceas), hermoso árbol que crece en todas las islas griegas, pero más abundante y lozano en la isla Chíos. Su cultivo ha desalojado por completo el de la vid, que en otro tiempo dió celebridad á esta isla; más de veinte localidades se dedican exclusivamente á la preparación del "chío-mastika-raki„ especie de aguardiente obtenido con cereales, con adición de esta resina, que, mezclado con agua, la hace opalina, y que los musulmames usan en sustitución al vino, que les está prohibido por el Corán. Chíos consume al año sobre 50.000 quintales de resina, solamente en forma de raki (aguardiente), y además exporta también grandes cantidades para su aprovechamiento en fumigaciones y lacas; de aquí que los turcos llaman á esta isla "Sakyr-Ada„ ó sea isla Mastick. Muchos árboles proporcionan también resinas aromáticas que se usan como artículos de perfumería y fumigación desde los tiempos del rey Salomón, á quien enviaba la reina de Saba los productos de especiería más costosos de la Arabia. Figuran en primer término el *incienso* y la *mirra*, que, con el oro, formaban el regalo ordinario de hospedaje, y que los tres reyes de Oriente trajeron como homenaje á la Estrella del mundo; el primero es una sustancia en granos, de color blanco amarillento, segregada por la corteza de una boswelia de Oriente, conocido ya por los antiguos con el nombre de *olibanum*, y empleado en los oficios sagrados; la *mirra* procede del arbusto Kataf, de la Nubia, y circula en el comercio en trozos de color amarillo pardusco y de sabor amargo y aromático. Al mismo grupo pertenecen: el *estoraque*, procedente de un árbol, *Styrax officinalis*, que crece en Siria y Anatolia, y que es una de las resinas de olor más agradable, pero tan estimada y consumida en los mismos países orientales, que, como sucede con la esencia de rosa legítima, es muy difícil conseguir en Occidente una muestra no falsificada; el *benjuí*, originario de un *Styrax* de la India, en granos duros amarillo-parduscos, mezclados con otros blancos, de un suave olor á vainilla y que, disuelto en alcohol y mezclado con agua, constituye la "leche virginal„ bien conocida como agente de belleza, y el *sandaraco*, que proviene de una especie

del género Thuya, del Norte de África, conocido en forma de polvo blanco, con el que se frota el papel satinado para evitar que se empape con la tinta, y que se usa también para la obtención de una laca incolora. Una de las resinas duras más importantes, consumida en gran cantidad, es el *copal*, que procede de diferentes árboles tropicales pertenecientes á la familia de las cesalpíneas, y cuyas mejores clases vienen del África oriental en forma de grandes trozos transparentes, brillantes y de color amarillo claro; el copal de la costa occidental de África, de la América del Sur y de Australia, es menos estimado. Semejante al copal en su aspecto exterior, pero de menos valor, es la resina *dammar*, que procede de una conífera indígena en las islas de las Indias orientales, la *Dammara orientalis* (damar significa resina en idioma malayo). La resina más dura es el *succino* ó *ámbar amarillo*, resina fósil que los fenicios importaban, miles de años antes de nuestra Era, de las lejanas y nebulosas costas del mar Báltico, y que, según refiere Plinio, era ya muy estimado como adorno por las mujeres romanas, y cuyo antiguo nombre, *elektron*, dió origen al de una forma natural de la energía, la electricidad, como ya hemos dicho antes de ahora. Esta sustancia ha tenido siempre un valor bastante elevado por sus múltiples aplicaciones á la construcción de boquillas y pipas para fumar (de las cuales las hay, entre los turcos ricos, que valen algunos miles de pesetas), para objetos de adorno, para fumigaciones, para obtener barnices y un aceite especial, de modo que las excavaciones ó pesquerías de dicha sustancia suelen proporcionar extraordinarias utilidades, y de ello se cuentan algunos ejemplos notables. Los pedazos mejores y de mayor tamaño se encuentran en las costas de Memel (Koenigsberg); en otros muchos países hay también succino, pero rara vez en grandes pedazos. El historiador antiguo Tácito tenía ya conocimiento de que este producto era una resina fósil, correspondiente á árboles que habían dejado de existir. El *asfalto* ó pez mineral que flota sobre las turbias aguas del Mar Muerto, en las costas del Asia Menor, que sale de la tierra en otros muchos puntos y que en algunos, como la isla Trinidad de las Indias occidentales, se presenta llenando cráteres de gran extensión, tiene también el mismo origen que el anterior, y no es otra cosa que una secreción vegetal fósil. Fué conocido también y empleado desde los tiempos más antiguos; en las construcciones lacustres se han encontrado muchos plumeros sujetos á los mangos y objetos análogos, en que entraba la pez mineral como aglutinante. Finalmente, merecen también ser mencionadas, por sus usos médicos, las resinas de *jalapa* y de *guayaco*. El *ambra*, que en otro tiempo fué considerado como una resina animal, no es tal resina, sino una grasa; se le encuentra alguna vez flotando en las proximidades de las islas Molucas y en otras partes del Mar de la India, así como en las costas del Sur de América. Es una sustancia blanda como la cera, de color gris con vetas y un olor penetrante muy parecido al del almizcle. Suele ser considerado

el ambra como producto de una enfermedad del hígado del cachalote, y realmente se le ha encontrado en los intestinos de este cetáceo. El ambra legítimo es muy raro y sumamente costoso; en la antigüedad fué ya estimado por la sustancia cuyo humo tenía el aroma más agradable; pero con frecuencia ha sido confundido con el ámbar amarillo, como indica la analogía de sus nombres en diversos idiomas.

Entre las resinas blandas encontramos en primer término la ya citada *trementina*, que es una mezcla natural de resina y esencia. Existe gran número de variedades, procedentes de los diversos árboles de la familia de las coníferas, que toman diferentes nombres en los países en que se explotan. La trementina se usa para la preparación de la esencia y de *colofonia*, para ablandar otras resinas, y entra como componente del lacre, de los jabones, de algunos mastics, emplastos y barnices, así como también en la cola de los tapiceros. En la Gascuña francesa, cien pinos dan 359 kilogramos de *trementina* en bruto, que por la destilación con agua suministran 270 kilogramos de *trementina* comercial, 62 kilogramos de esencia de trementina, seis kilogramos de colofonia superior y 20 kilogramos de colofonia ordinaria. Las demás resinas blandas suelen incluirse entre los bálsamos ó combinaciones naturales de resinas con aceites etéreos; pero en rigor no existe fundamento alguno para hacer exclusión de la trementina. La mayor parte de los bálsamos proceden de árboles de las zonas cálidas, y son algo importantes como medicamentos. El que alcanza mayor precio es el bálsamo del *Perú*, procedente de San Salvador, dotado de un olor agradable á vainilla y que se emplea como perfume para licores, chocolates, pomadas, etc.; el bálsamo de *Tolú* viene del Sur de América; el de *Copaiba*, de las Indias occidentales y del Brasil; y el de la *Meca* viene de Arabia. También la *liga* corresponde al grupo de las resinas blandas; para obtenerla se cuecen en agua las bayas de las plantas pertenecientes al género *Viscum* (familia de las lorantáceas) hasta que se abren, en cuyo caso se machacan y se lavan en agua fría las pieles que dejan como residuo la liga. También los tallos se utilizan para este objeto. La recolección se verifica en Marzo. En Francia se extrae también una liga de la parte interior de la corteza de acebo común, que se pone en toneles hasta que experimente un principio de fermentación, se machaca y se somete á la acción del agua hirviendo para extraer la goma y la materia amarga. La liga es una sustancia sólida, viscosa, de color verde, de sabor amargo y olor desagradable. Lo que se vende como liga artificial es generalmente aceite de lino cocido (barniz de imprenta); puede emplearse también para los mismos usos una mezcla de cola con cloruro de cinc, cuyo último cuerpo impide la desecación del primero mediante una continua atracción de la humedad atmosférica.

Las gomorresinas son mezclas naturales de resinas, gomas, aceites etéreos, etc. Fluyen de algunos árboles y arbustos en forma de jugos espesos,

y al contacto del aire se van endureciendo. La mayor parte de las sustancias de esta clase se usan en medicina, como, por ejemplo, la conocida gomorresina *gutta*, que tiene un color amarillo brillante cuando se humedece, y que ejerce efectos perjudiciales á la salud; la *goma amoniaco*, el *gálbano*, la *escamonea*, la conocida *asafétida* de los persas, y el acre *euforbio*.

LACAS Y BARNICES

En el lenguaje ordinario suelen confundirse con frecuencia y emplearse como sinónimas las palabras *laca* y *barniz*, expresando con cualquiera de ellas las capas con que se recubren algunos objetos, no sólo para hacer más brillante y de agradable aspecto su superficie, sino también para protegerlos contra la influencia de la humedad del aire; ambos conceptos se distinguen entre sí, sin embargo, muy esencialmente, pues las lacas son disoluciones de una ó varias resinas en un disolvente muy volátil, mientras que los barnices consisten tan sólo en aceites grasos, y generalmente el de lino, que mediante una ebullición prolongada, y de ordinario también mediante la adición de litargirio, han sido preparados para que se sequen con rapidez. Las lacas grasas, ó barnices lacas, forman un término medio entre ambos, pues contienen, además de un disolvente volátil para la resina que entra en su composición, un aceite graso; así, por ejemplo, la laca *copal* está constituída con resina copal, aceite de lino y esencia de trementina. El arte de las lacas es, sin duda, muy antiguo, y probablemente fué conocido, en primer término, por los pueblos del Oriente de Asia, que todavía hoy poseen la mayor maestría en él (la palabra *laca* es de origen indio). Sabemos por Plinio que el pintor Apeles recubría ya sus cuadros, 400 años antes de Jesucristo, con un barniz, tanto para protegerlos de los agentes exteriores, como para avivar el brillo de sus colores. La preparación del barniz de aceite de lino fué descrita por primera vez en el siglo XII por un monje, Teófilo. El número de los materiales que entran en uso para la preparación de barnices y lacas, es grande; la mayor y mejor parte de las resinas aportadas por las Indias orientales y el África, se utilizan para el caso. Como disolventes de las resinas se emplean: los aceites de lino, de cáñamo, de nueces, de adormideras, de trementina, de romero, la bencina, la nafta, el alcohol, el éter, el espíritu de madera, la acetona, el cloroformo y el sulfuro de carbono. Como medios colorantes se añade, según los casos: la goma gutta, la sangre de dragón, el azafrán, la raíz de alcanna, la cochinilla, el cártamo, la cúrcuma, el achiote, el verdete y diferentes colores de anilina. Las especies más importantes de barnices y lacas son: el barniz de aceite de lino, el barniz de copal y la laca copal, la solución de goma laca, el barniz de succino, el barniz de dammar, la laca de sandaraco, la laca de almáciga, la

laca de asfalto, los barnices de cautchuc y gutapercha, y el negro de imprenta.

El barniz de aceite de lino se prepara calentando el aceite con litargirio, según ciertas reglas prácticas, después de lo cual se deja posar el óxido, que arrastra algunas sustancias mucilaginosas de las que impurificaban al aceite, y que además deben separarse cuidadosamente, espumando el líquido durante la ebullición. Este barniz adquiere un color oscuro en vasijas de hierro; en las de cobre conserva su color propio. Para evitar que la espuma del aceite suba mucho y pueda inflamarse, hay necesidad de adoptar ciertas precauciones. Generalmente se le añaden todavía sales de plomo para hacer más rápida su desecación. El mejor secante es, sin embargo, el *borato manganoso*, que modernamente se adiciona á todos los barnices grasos que se quiere que se sequen rápidamente. En lugar del aceite de lino, pueden también emplearse para la fabricación de barnices otros aceites secantes. Entre las lacas ocupa el lugar más importante la de *copal*, pues se seca muy pronto, y la película que deja es muy dura y brillante, sobre todo la laca copal grasa. Para obtener ésta hay que fundir en primer término la resina copal; después se la disuelve en aceite de lino caliente, y se añade esencia de trementina caliente también. Del mismo modo puede prepararse la laca grasa de succino, que da también películas duras y de buenas condiciones, pero que siempre están coloreadas en pardo; desgraciadamente no se conoce aún disolvente alguno para el ámbar amarillo sin fundir, y cuando se funde adquiere siempre color pardo. Más barata que la laca copal, y más fácil de preparar, es la laca *dammar*, que es también incolora ó ligeramente amarillenta, pero que tiene la mala condición de secarse muy lentamente. La solución de goma laca conocida como medio de pulimentación y como adición á otras diversas lacas, se obtiene por la simple solución de la goma laca en el alcohol. La goma laca se produce como resultado de la picadura de un insecto, la cochinilla de las Indias orientales, cuyas hembras se fijan en las ramas de diversos árboles y arbustos pertenecientes á las familias de las ficoideas, mimóseas, rámneas y euforbiáceas, de tal modo que las plantas aparecen como cubiertas de un manto rojo. Después de la fructificación se hinchan consideramente estos animales y segregan un jugo que los envuelve por completo y los seca; pero esta envoltura es todavía porosa, de manera que deja penetrar el aire para su respiración. Gradualmente van formándose alrededor de los animalillos unos corpúsculos en forma de burbujas, llenos de un líquido rojizo, excepto en un extremo, de los cuales salen en el otoño multitud de huevecillos, los cuales dan origen á nuevos seres que se alimentan en un principio con aquel líquido rojizo. Una vez terminado su desarrollo, los insectos jóvenes atraviesan las cubiertas que les rodean y se deslizan por ellas para seguir multiplicándose. Estas envolturas concretadas y que contienen todavía en su interior los cuerpos de los animalillos en cuestión, forman la goma laca, que se recolecta dos veces al año, en Febrero y en Agosto, y

algunas veces no se hace, para recolectarla, más que cortar las ramas mismas en que está contenida. Otras veces se desprende de la rama, y purificándola por fusión y filtración, se obtienen diferentes clases de colores comprendidos entre el rojo pardusco y el amarillo anaranjado. La que nos ocupa ahora constituye una de las resinas más importantes entre las que circulan en el comercio, pues es insustituíble para pulimentar la madera y para la fabricación del lacre. Tratando por carbón animal ó cloruro de cal la solución alcohólica de goma laca, puede blanquearse ó decolorarse perfectamente. La solución de goma laca se emplea, aparte de los usos ya citados, para el arte de encuadernación y para preparar un barniz dorado. El sandaraco y la almáciga se emplean tan sólo para preparar lacas con alcohol, las cuales dan películas muy frágiles, pero que puede hacérselas más flexibles por la adición, á la laca, de trementina ó resina elemi. La laca de asfalto, preparada con asfalto fundido y mezclada con aceite de lino, aceites ligeros de brea de hulla, esencia de trementina ó bencina, se emplea con preferencia y en gran escala para recubrir los objetos de hierro. Por último, tenemos también el negro de imprenta, que es un verdadero barniz, que se prepara añadiendo al aceite de lino muy bien hervido, ó á otro aceite fácilmente secante, negro de humo ú otro carbón de un negro intenso y muy dividido. Para dar mayor consistencia al aceite hervido se le añaden algunas veces resina y jabones, así como materias colorantes para aumentar su brillo.

ELABORACIÓN DE LACAS EN EL JAPÓN

El arte de hacer lacas procede de Oriente; el Japón, la China y las Indias son sus cunas. La misma palabra *laca* con que designamos, no sólo la primera materia, sino también el producto elaborado con ella, es de origen oriental, como antes dijimos, y se emplea en su patria para designar las picaduras producidas por la cochinilla, *Coccus lacca*, que se llevan al comercio con el nombre de laca, en bastones. En un principio, este producto, formado por una mezcla de goma laca y materia colorante, era apreciado principalmente por su propiedad colorante, y el nombre laca iba siempre unido á la idea de una sustancia que daba color rojo, mientras que ahora consideramos como lo más esencial en la laca su propiedad de dar una solución que, en contacto con el aire, se deseca, dejando una masa dura, brillante y consistente, siendo por ello muy apropiada como cubierta protectora de los cuerpos contra el aire y la humedad.

La elaboración japonesa de las lacas ha sido conocida en Europa, particularmente por intermedio de los holandeses, que desde fines del siglo XVII importaron gran número de productos de ella, y que, juntamente con los depo-

celana, eran objeto de la mayor curiosidad por parte de los coleccionadores. Su belleza hizo surgir inmediatamente el deseo de imitarles; pero las referencias que en los primeros tiempos se tenían sobre la laca japonesa eran muy inciertas, pues las personas que las transmitían; misioneros, etc., no estaban suficientemente instruídas sobre la esencia de la cosa, y las tentativas verificadas con tal objeto no pudieron tener feliz éxito. Durante mucho tiempo no se conoció siquiera la planta de que se obtenia la laca japonesa.

Según Bucher, en su *Historia de las artes técnicas*, la materia primera de mejores cualidades es suministrada por la savia de un zumaque, *Rhus vernis*, ó *vernicífera*. Este jugo se extrae por incisiones en el árbol, y tiene un color amarillento claro. Con objeto de que se evapore el agua que contiene, se le deja expuesto al sol, agitándolo con frecuencia, con lo que se hace espeso, pero conservándose completamente claro. Antes de emplearse para formar lacas, se le somete todavía á una filtración tosca, colocando una porción del líquido espeso sobre una hojita de papel vegetal, que se dobla á lo largo y se va retorciendo por ambos lados en dirección opuesta, comprimiendo el líquido entre el papel. Dicho líquido, obtenido así completamente puro y casi incoloro, extendido al aire con un pincel, se oscurece en poco tiempo, de suerte que al cabo de una hora es ya negro; no podría, pues, obtenerse con el barniz de zumaque más que una laca de estas condiciones bien determinadas; las otras clases que permanecen claras, ó que pueden ser coloreadas con varios colores, deben proceder de otras plantas, suponiendo que sea exacto el dato consignado del ennegrecimiento del barniz de zumaque.

Otra cosa resulta de las noticias debidas al primer ministro residente del imperio alemán en el Japón, señor de Brandt. Según ellas, el árbol de la laca, llamado *urushinoki*, crece por todo el Japón, pero mejor en las provincias Oshu y Ovvari, en las que se cultiva también en mayor escala. Los árboles se sangran en Septiembre; el jugo recogido se purifica, colándolo con una tela de lana, y entonces se constituye el producto conocido en el comercio con el nombre de *kidjomi;* posee propiedades fuertemente cáusticas, y puesto en contacto con la piel, origina úlceras malignas.

Mezclado con las diferentes sustancias que se le adicionan en estado de gran división, constituye la multitud de variedades de lacas que podemos observar en los objetos japoneses de madera, de papel, bambú, etc. Así, por ejemplo, del hierro, convertido en un polvo finísimo por medio de una piedra de afilar apropiada, mezclado con el expresado jugo, y sometida la mezcla al sol en grandes platillos planos de madera, mientras se agita activamente con varillas en forma de paletas, se obtiene el llamado *roiro*, laca de un aspecto céreo, mate, negruzco. Añadiendo aceite de sésamo, se le torna brillante, y entonces se le llama *hanaurushi*, ó *hakushita*, según la cantidad del aceite. El *kidjomi*, con aceite de sésamo y goma gutta, da el *shunrushi*, de color rojizo.

También el *tame* y el *shinkei* constan solamente del jugo de la laca y aceite de sésamo. Además, se añade á ciertas lacas *shibú*, ó sea los frutos machacados del *Diospyros kaki*, ó ciruelas verdes, y otras sustancias, coloreándose, por último, las lacas así obtenidas con colores minerales, como cinabrio, sulfuro de arsénico, sales de hierro, decocción de nuez de agallas, etc.

La materia sobre que, por lo general, se aplican las lacas, es la madera, y para ello se la da previamente una primera capa, cuya base es arcilla bien lavada, ó polvo de creta. Esta base se repite varias veces, se frota, y después es cuando se extiende con un pincel la capa de laca. Los objetos que se lacan por primera vez se colocan en una caja especial, que se expone al viento para la desecación, é inmediatamente se raspa su superficie con un carbón fino de madera, con objeto de hacerla más irregular y propia para fijar una nueva capa de laca. Para esta segunda capa usan los japoneses las clases mejores de *kidjomi*, que llaman *yoshindurushi*, que no es ni muy clara ni muy espesa. Después de secar de nuevo la laca en la caja cerrada, con objeto de que no caiga polvillo alguno, viene una frotación con polvo fino de creta, y luego una pulimentación, en un principio por medio de varios útiles especiales, y después con el puño.

Pero este procedimiento sólo se emplea con los objetos ordinarios: los artículos más finos reciben mayor número de capas de laca, que se frotan antes de colocar otras encima, y que además se adornan de un modo especial por medio de pinturas, dorados, relieves, ó por incrustaciones de nácar, etc. La laca es para los japoneses un material verdaderamente plástico, pues superponiendo varias capas de diferentes colores, y con un espesor hasta de dos milímetros cada una, se constituye una sustancia que puede elaborarse al modo del papel-madera. El dibujo se obtiene separando en los puntos correspondientes las capas superiores de este sistema, y de tal modo, se logra á un tiempo la impresión de un relieve plástico y de un cuadro en colores.

Las pinturas sobre laca se adicionan también muchas veces en forma de relieves, sobre todo los adornos dorados que los japoneses saben dar con un matizado muy rico en el color. Primero se señala el dibujo en la superficie de la laca con creta; después se recubre con una laca espesa de color amarillo rojizo, y si el adorno ha de tener mucho relieve, con una pasta formada de laca y arcilla; cuando esta capa está á medio secar, se reviste suavemente con polvo fino de oro, mediante una nata. Para que la pintura sea muy duradera hay que repetir varias veces la operación del dorado, y cada vez sobre una nueva capa de laca.

Las pinturas en colores se practican con un número limitado de éstos, y sólo para satisfacer principalmente al comercio extranjero. En el Japón es considerada como la más valiosa la laca de oro, que tiene por base el mismo metal precioso, el cual se emplea muchas veces en cantidad muy conside-

rable para las labores de mayor delicadeza. Aparte de servir, como hemos dicho antes, para una pintura permanente dorada de ciertos dibujos, suelen distribuirse pequeños granos del mismo, que forman multitud de puntitos dorados en las capas de laca de color oscuro superpuestas. Los panes de oro sirven también para adornos de un brillo especial, bien grabando el dibujo sobre ellas, bien pintándolo mediante capas de laca superpuestas.

La laca es en el Japón un material mucho más modelable que entre nosotros, y se emplea hasta para el decorado de vasijas de porcelana. En la vajillería real de Dresde existe cierto número de vasos de porcelana chinos antiguos, bastante grandes, y que muestran una ornamentación moldeada en laca. En general, los chinos quedan muy atrás de sus vecinos los japoneses en cuanto al trabajo de la laca, á pesar de disponer de los mismos materiales y procedimientos. Por otra parte, en ambos pueblos puede reconocerse en la actualidad una degeneración considerable de estas artes con relación á los pasados siglos. Los indios y los persas presentan también excelentes trabajos sobre laca, particularmente en el terreno de la pintura.

La mayor ventaja de los trabajos en laca de los pueblos del Asia oriental, y en primer término del Japón, es su gran duración, prescindiendo de su belleza artística. La buena laca japonesa ni pierde en brillo, ni salta, aun cuando se doble el objeto revestido con ella, y resiste igualmente al calor y á la humedad. Las tazas que sirven para contener agua hirviendo, té, etc., no presentan indicio alguno de quebradura después de años enteros de uso.

LACRE

La goma laca es también uno de los principales materiales para la fabricación del lacre. A pesar del empleo de las obleas y de la goma arábiga, esta fabricación constituye una rama de industria bastante considerable, cuyo producto, sin embargo, se usa ya poco para el lacrado de las cartas, que sólo se practica cuando encierran valores, y también para el cierre de paquetes y frascos diversos El lacre era completamente desconocido en la antigüedad; en su lugar se usaron probablemente sellos de madera ó de metal impregnados con tintas de colores, refiriéndose que algunos caudillos vanidosos grababan el puño de su espada cuando esas artes estaban en su infancia. Más tarde se utilizó la cera para sellar, y se han encontrado algunos testimonios de semejante uso, correspondientes al siglo VIII. El primer progreso fué la coloración en rojo de la cera de sellar; en el siglo XIV se conocieron ya sellos de cera negra, que generalmente estaban contenidos en cajas de madera ó metal, forradas de pergamino. Después de la cera, y aun al mismo tiempo que ella, debió estar también en uso para sellar una especie de mastic, conocido con el nombre de

malthe, y constituído por una mezcla de cera y pez. El sello más antiguo de lacre procede del año 1553; la noticia más antigua acerca de la fabricación de lacre en Nuremberg, emporio de esta fabricación en Alemania, es del año 1563. Por lo demás, en China é Indias ha debido ejercerse esta industria desde tiempos inmemoriales; el célebre viajero Tavernier refiere que á mediados del siglo XVII se usaba en Assam la goma laca, tanto para lacar como para sellar. Los franceses presumen que el comerciante de Auxerres, Francisco Rousseau, que estuvo largo tiempo en Persia, Pegú é Indias, fué el que introdujo en 1640 la fabricación del lacre, cuyo producto se hizo muy de moda y proporcionó á su importador una ganancia de 50.000 libras (1.250.000 pesetas); pero aunque esto fuera cierto para Francia, no lo es menos que cien años antes se fabricaba ya notoriamente el lacre en Alemania. En Francia llevó este producto el nombre de *cera de España*, porque la goma laca empleada en su fabricación procedía de nuestro país. Aquí también se hacía ya desde mucho tiempo antes un comercio considerable de lacre, según afirma el mismo Girardin. El uso de cerrar las cartas con obleas de almidón es de origen mucho más reciente que el del lacre. Modernamente se ha dado la preferencia á la goma arábiga para dicho objeto. De aquí que en la exposición universal de Londres de 1862 se manifestara en descenso considerable la fabricación europea de lacre, á pesar de sus esfuerzos por perfeccionarse. De todos modos creemos que los chinos son siempre los mejores lacres.

Los materiales necesarios para la preparación del lacre, son: goma laca, trementina, tierras, colores y sustancias odoríferas. La primera, por sí sola, no se funde con bastante facilidad, y al enfriarse queda demasiado frágil; estos defectos se corrigen con la adición de trementina. Para las clases inferiores de lacre la goma laca se sustituye en parte ó en todo (como, por ejemplo, para el lacre de tapar botellas), por la colofonia y otras resinas. Pero las citadas sustancias se fundirían por completo en un líquido fluido, y gotearían demasiado al calentarlas, por lo cual se les adiciona una materia térrea, como creta lavada, magnesia, yeso calcinado, blanco de cinc ó de barita. Para la coloración del lacre se hace uso de las siguientes materias colorantes: cinabrio para el rojo, negro de humo, negro de marfil y pez asfalto para el negro, cinabrio con hollín, negro de marfil, óxido magnético de hierro para el pardo, cromato de cinc ó de plomo para el amarillo, ultramarino de cobalto con magnesia para el azul, verde Rinmam con blanco de cinc para el verde, blanco de bismuto ó de cinc, junto con goma laca decolorada, para el blanco, y, finalmente, pan de oro ordinario, muy dividido, para el dorado. Para perfumar el lacre y disfrazar el olor producido por la combustión de la resina, se le añaden aceites etéreos ó bálsamos aromáticos. En las clases más ordinarias entran también la resina de pino, la pez, la cera, parafina, etc. Todos los materiales se funden mezcla-

dos á una temperatura no muy elevada, y se vierten fundidos en moldes de diversas formas. El lacre mejor lleva la forma de barras; el que se destina á lacrar frascos se vende en planchas.

Un lacre bueno por su composición y bien preparado, debe tener color agradable y uniforme; arder rápidamente, sin desprender por esto olor desagradable ni demasiado humo; ser fácilmente fusible, sin gotear durante la combustión; conservar invariable el brillo y color después de concretado, y, por último, desprenderse fácilmente del sello, adhiriéndose, por el contrario, al papel, sin quebrarse ni ablandarse por el sol. El mismo lacre debe tener una fractura homogénea, no presentando granos ni desigualdades, sino una superficie completamente lisa, y mate. Al sellar hay que cuidar de que el lacre rojo fundido sobre el papel se mantenga en movimiento durante algún tiempo, con objeto de que las partículas de carbón depositadas en la superficie se distribuyan por todo el interior de la masa, pues de lo contrario se obtendría una superficie con venas negras. El rojo de cinabrio no puede sustituirse en el lacre por ninguna sustancia, con resultado tan satisfactorio. Desgraciadamente hoy se falsifica con mucha frecuencia el lacre, añadiéndole grandes cantidades de espato pesado.

CEMENTOS

Se acercan á los barnices por su objeto y por su preparación. Se entiende por cementos, mezclas pastosas que, colocadas entre las superficies de dos cuerpos en presencia, cierran todo intersticio, impidiendo el paso al agua y al aire. La aplicación de los cementos es sumamente extensa y variada, y su preparación también muy diversa en los distintos casos. El cemento debe interceptar unas veces la entrada ó salida del aire, otras del agua, otras de vapores ácidos, etc., y en muchos casos sirve sólo como medio de afirmar la unión de dos cuerpos, así como en otros sirve para llenar un vacío perjudicial, etc., por todo lo cual los ingredientes empleados son muy diversos. Se distinguen, entre ellos, los siguientes: cementos de caseína, formados con el coágulo fresco ó clara de huevo, y gelatina con cal apagada, para soldar la piedra, el cristal, la porcelana, la madera y el metal; cementos grasos, sirviendo como tales todos los barnices de aceite de lino, particularmente destinados á resistir contra el agua (á este grupo pertenece el cemento de vidrieros, formado con barniz de aceite de lino y creta); cementos resinosos, que son los más frecuentemente empleados, y para los que pueden utilizarse todas las resinas y asfaltos; cemento de hierro; cemento de almidón, ó engrudo de encuadernadores, etc.; cemento de arcilla para objetos que tienen que sufrir una temperatura muy elevada; el vidrio soluble ó la sílice gelatinosa para las sustancias que

deben endurecerse y se quiere al mismo tiempo proteger contra la acción del fuego; cemento de cloruro de cinc, de uso especial contra los ácidos; el cemento de dentistas, el de constructores, el de fontaneros, y otros muchos. Un buen cemento debe adherirse completamente bien á las superficies de los cuerpos que se quiere unir, y cerrar el espacio entre ambos, endureciéndose al mismo tiempo al concretarse, de suerte que pueda resistir á todos los obstáculos ó influencias exteriores opuestas á su fin.

CAUTCHUC

Y

GUTAPERCHA

Jugo lechoso de los árboles.—Gomas elásticas.—Cautchuc.—Árbol del cautchuc.—Historia del producto y de su empleo.—Su introducción en la industria.—Gran desarrollo de su fabricación y aplicaciones.—Número de las fábricas.—Formas del cautchuc en el comercio.—Preparaciones ulteriores de producto natural.—Vulcanizado.—Construcción de zapatos de goma elástica.—Corneado.—Ebonita.—Fabricación de tejidos impermeables. Kamptulikon.—Empleo del cautchuc en el estampado de telas.—Disolución del cautchuc.—Producción de cautchuc en la Tierra.—Gutapercha.—Su descubrimiento.—Puntos en que se encuentra.—Procedimientos primitivos para obtenerlo.—Árbol de la gutapercha.—Propiedades de ésta.—Diversas variedades.—Purificación y preparaciones ulteriores.—Vulcanizado y corneado.—Usos de la gutapercha.—Cambios que experimenta por la acción del aire.—Su regeneración.

Cuando se practica una incisión en las ramas de un euforbio ó de un leontodon, salen por la herida gotas de un líquido espeso y blanquecino; tal es la llamada savia lechosa, que poseen muchas plantas y que hace ya mucho tiempo ha llamado la atención del hombre, impulsado siempre por el afán de apreciar el valor que un objeto cualquiera de explotación puede adquirir desde el punto de vista de los usos á que se preste, satisfaciendo algu-

na aspiración práctica. Muchas regiones tropicales poseen con tal abundancia dichos árboles, que llegan á servir allí para hacer de su savia una bebida refrescante; por esta razón se les llama también "árboles refrescantes„ así como "árbol de leche„ y "árbol de manteca„; en otros casos, por el contrario, semejantes jugos lechosos contienen activos venenos, como sucede con el oloroso árbol del manzanillo, que, según la fábula autorizada por frívolos viajeros, crece en el Valle de la Muerte de la isla Java, y con los euforbios cuyo jugo lechoso se concreta en una resina mortífera, pero empleada también en medicina. Esta propiedad de concretarse es común á los jugos lechosos de todos los árboles, sólo que la naturaleza y condiciones de la resina formada varían esencialmente de unos á otros casos. En efecto; un gran número de estos jugos lechosos pertenece á la clase, importantísima en la industria moderna, de las *gomas elásticas*, de que hasta ahora no nos habíamos ocupado. Se incluyen en esa clase cuerpos que, á más de presentar alguna semejanza con las resinas, poseen la particularidad de ser elásticos, aunque en diverso grado. Los dos principales representantes de ella son: el *cautchuc*, elástico en alto grado, y la *gutapercha*, mucho menos elástica, y ambos resultado de la solidificación de jugos lechosos, pertenecientes á árboles tropicales, y utilizados por la industria desde no hace mucho tiempo, lo cual no impide que en la actualidad dichas dos sustancias constituyan un objeto indispensable en la economía de los pueblos, y que su elaboración, sus aplicaciones técnicas, su uso general se haya elevado, en poco tiempo, á una altura de que no se encuentra otro ejemplo en la historia del trabajo humano.

El *cautchuc* (nombre indo-americano, y que entre nosotros suele sustituírse por el de goma elástica, y aun simplemente goma), vino á Europa en un principio, desde la América central; mucho después se importó también de Asia, y en tiempos modernos, de África. Se forma del jugo lechoso extraído de una serie de árboles diversos; en el Brasil, Guyana y Perú se extrae el llamado paracautchuc de las especies *Siphonia elástica*, (fig. 362), y *Siphonia brasiliensis*, en las Indias orientales, del *Ficus elástica*, especie de higuera de aquel país; en Sumatra, de la *Urceola elástica;* en Africa, de las especies del género *Artocarpus*, y en Madagascar, de la *Vahea gummifera*. La existencia de la *Siphonia americana* está limitada á un distrito de la América central, y el cautchuc procedente de ella es el mejor y que más se presta para la manufactura; pero además existen en América una porción de árboles, como el *Schinus arveira*, el momipiqueira, la mangaba (*Hancornia speciosa*) y otros, que tienen también participación en la producción del cautchuc del Brasil. En Assam está difundido el *Ficus elástica* en cantidad inverosímil, formando el principal elemento de los bosques, en una extensión de más de 25.000 kilogramos cuadrados. Hace algunos años, C. R. Markham trasplantó á Ceylán, Calcuta, Madrás y Birma los árboles americanos que dan el cautchuc más estima-

do, la *Siphonia elástica* del río Amazonas, que da el *paraware*, y la *Castiloa elástica* que da el cautchuc *ule;* finalmente, con ocasión de esta exportación de plantas americanas se descubrió una, productora de cautchuc, en la cuenca del Amazonas, *Manihot glazivii*, desconocida hasta entonces, y de la que procede el cautchuc *ceara*. Los árboles no deben ser heridos hasta la edad de veinticinco años, y esta operación no se repite más que cada tres ó cuatro.

Actualmente se obtiene también mucho cautchuc en Colombia de la *Excoecaria gigántea*, llamada también por su color claro *caucho blanco*. La *Urceola elástica* que produce el *gintawan* de los malayos, existe muy abundante en las Antillas, y es una planta rastrera, de crecimiento tan rápido, que á los cinco años presenta unos 70 metros de longitud y de 50 á 80 centímetros de circunferencia. Esta planta puede ofrecer, sin inconveniente, 25 ó 30 kilogramos de cautchuc de una vez en la época apropiada, mientras que el árbol de la gutapercha necesita de ochenta á ciento veinte años para adquirir su completo desarrollo, y entonces suele comenzar ya á decaer. Acerca de las plantas que dan cautchuc en Africa, cuyo producto no se ha introducido en el comercio hasta hace muy poco tiempo, se tienen todavía conocimientos poco precisos. De todos modos, la serie de vegetales que producen cautchuc, de la cual se conocen ya sobre 40 especies, á más de los citados, dista mucho de estar agotada, siendo, por el contrario, de esperar que todavía aumentará considerablemente. En el Congreso de naturalistas celebrado en Strasburgo en el otoño de 1855, se presentó un trozo de cautchuc de 125 gramos de peso, obtenido con el jugo de una planta europea muy conocida, ó sea la lechuga venenosa (*Lactuca virosa*).

FIG. 362.
Rama con flores de la planta del cautchuc *(Siphonia elástica)*.

La historia del cautchuc y de su empleo en la industria ofrece uno de los ejemplos más interesantes é instructivos del desenvolvimiento de ésta. En efecto, como ya queda dicho, no existe otra sustancia que se haya elevado con semejante rapidez desde la categoría de un objeto oscuro, poco usado, casi sin valor, á la de un producto insustituíble, cuya elaboración industrial en mil formas diversas y para los más variados fines, ocupa grandiosos establecimientos é innumerables brazos. Y todo este rápido impulso ha podido desen-

volverse en el corto intervalo de un cuarto de siglo escasamente. En Europa se tuvo por primera vez conocimiento del cautchuc por el sabio francés Condamine, que trajo algunos ejemplares del Perú y del Brasil, en su viaje de 1736 á 1745, y presentó en 1751 una Memoria sobre la materia en cuestión á la Academia de Ciencias de París. Pero su Memoria, en que consignaba las notables propiedades de esta resina elástica, despertó tan poca atención como las que posteriormente escribieron Fresneau, en 1751; Macquer, en 1768, y, en fin, Aublet du Petit-Thouars. Se consideraba sencillamente el cautchuc como una curiosidad, ó un juguete, y, por último, se creyó haber agotado todo su valor y utilidad cuando se descubrió la propiedad que presenta de borrar del papel los trazos señalados con el lápiz. Durante largo tiempo se importaba en pequeña cantidad con este único y exclusivo objeto, y de aquí le vino el nombre que aún lleva en Inglaterra "India rubber„ es decir, borrador índico; Francia adoptó el nombre de la América central "cautchuc„ mientras que en Alemania el más usual fué, y es todavía, el nombre latino "gummi elásticum„ que por abreviar se reduce también á "gummi„. En una reseña de la Exposición industrial de Londres de 1862 se dice: "La goma elástica no se usaba, hace treinta años, más que para borrar los dibujos de lápiz. Algunas veces los muchachos tuvieron la idea de cortar pequeñas tiras de una botellita de esta sustancia y arrollarlas formando una pelota que saltaba con gran fuerza, y los estudiantes utilizaban el nombre de esta sustancia particular como estribillo de una canción original. Hace veinte años se comenzó á aplastar las botellitas en forma de láminas, haciendo con éstas sobresuelas, ó bien se daba directamente á la resina la forma de zapatos impermeables. Pero con tales zapatos caía uno con frecuencia de narices ó de otro modo, los pies se calentaban ó se enfriaban inmediatamente, y se destrozaba el calzado interior, porque le atacaban los productos de la transpiración retenidos en su contacto, los guantes porque había que hacer uso de las manos para sacarlos, y las pretinas de los pantalones porque para esta operación se tenía que doblar el cuerpo. Una de estas varias calamidades que nos trajeron los zapatos de cautchuc en aquel tiempo, fué remediada á poco, mediante el cautchuc mismo: de las pelotas de goma salieron los tirantes. Pero la mayor desdicha ocurría cuando se hacía un agujero en tales zapatos; los bordes de una cortadura reciente se soldaban fácilmente con la sola ayuda de la presión; pero tapar un agujero era empresa inútil de intentar, aun para los boticarios, que representan en los lugares la primera categoría en instrucción científica. Hace veinte años llamaron algunos la atención en varios puntos con un tejido llamado Mackintosh, que producía un ruido especial, y que por el frío se hacía duro como la madera. Los tirantes de goma, en lucha siempre con los cinturones y pretinas, pasaron demasiado fugazmente para que llegaran á constituir época.

La del cautchuc no llegó hasta que se aprendió á ablandarlo primero, y endurecerlo después por completo.

La gloria de haber introducido en la industria el cautchuc índico, pertenece al conocido explorador Roxburgh, quien recibió, en 1810, de Mr. Rich. Smith, de Silhet, una cestilla llena de miel, cuyo tejido estaba reforzado interiormente con una sustancia que coincidía en todas sus propiedades con el cautchuc sudamericano. Como quiera que Smith había llamado la atención en sus cartas á Roxburg sobre el hecho de que la cestilla estaba revestida interiormente con el jugo de un árbol que crecía en la montaña existente al Norte de Silhet, Roxburgh persiguió el asunto y llegó á encontrar el árbol del cautchuc de la India, que describió como el *Ficus elástica*. Desde entonces ha sido este árbol muy cultivado en la India, y ha hecho también grandes progresos el cultivo de los árboles que producen cautchuc en el Archipiélago índico, en Java, en Nubia y Madagascar.

Ya en el siglo pasado se hicieron algunas tentativas aisladas para acrecentar el valor práctico de la goma elástica. En el año 1790 se fabricaron en París vendajes quirúrgicos y revestimientos impermeables de esta sustancia. Grassart construía ya en 1791 tubos de goma que servían para usos químicos, haciendo girar, á modo de tuerca, un trozo recién cortado de esa sustancia sobre una varilla terminada en punta. En el año 1820 consiguió por primera vez Stadler, de Viena, estirar el cautchuc en hilos y tejerlos en una tela elástica, cuya industria se ha cultivado después con gran éxito, particularmente por Reithofer, en Viena mismo. Próximamente en la misma época hacía Mackinstosh, en Inglaterra, las primeras pruebas sobre elaboración de tejidos impermeables, impregnando las telas con una solución de cautchuc; pero este sobretejido desapareció pronto, pues con el frío se hacía duro é inelástico, y por el calor se conglutinaba fácilmente. En el año 1837 fué cuando Chaffee, en Roxburgh (Estados Unidos), y al mismo tiempo Nicholls, en Inglaterra, consiguieron reunir grandes masas de cautchuc por medio de la maceración; en 1839 inventaron Fonrobert y Pruckner, en Berlín, el mosaico de lana, con tejido impregnado de cautchuc. Con todo esto el cautchuc seguía siendo sólo una sustancia de importancia industrial secundaria, hasta que se consiguió corregir los inconvenientes del olor desagradable y de las alteraciones que le imprime la temperatura, mediante el *vulcanizado*. Tres países se disputan la gloria de este invento; pero es indudable que se debe al doctor Lüdersdorff, de Berlín, en el año 1832; no adquiriendo, sin embargo, importancia hasta que Hancock, en Inglaterra, y Ch. Goodyear, en los Estados Unidos (Newhaven, Connecticut), lo perfeccionaron é introdujeron en la práctica, lo que tuvo lugar de un modo gradual entre los años 1840 y 1850. La industria del cautchuc debe, pues, principalmente su gran desarrollo á los dos fabricantes últimamente citados. El último de ellos es también el inventor del cautchuc endure-

cido (corneado), ó ebonita, llamado así por los franceses, *caoutchouc durci*, en contraposición al vulcanizado, ó blando, *caoutchouc souple*. El año 1851 puede considerarse como el del nacimiento de la industria del cautchuc; su pila bautismal fué el Palacio de Cristal en Londres. Entre otros, Goodyear presentó una multitud extraordinaria de objetos de cautchuc; pero todavía más en París el año 1855: botas, prendas de vestir de todas clases, tapetes impermeables (entre ellos una clase salpicada de arena de color para cubrir exteriormente las paredes), mapas geográficos, pontones, botes de salvamento, rollos salvavidas, trajes de defensa contra el agua y el fuego, anillos para sustituir los resortes de acero de los carruajes, marcos de cuadros, muebles de todas clases, sillines y arneses, tapas de libros, llaves para toneles, botones, cántaros para agua, baquetas para las armas de fuego, vainas para las armas blancas, cananas, carretes y otras partes de máquinas, correas de transmisión, peines de tocador y para otros usos, planchetas, varillas de corsé, paraguas y sombrillas, bastones, armaduras de extraordinaria ligereza, flexibilidad y duración para lentes, mangos para cuchillos y, en fin, toda clase de útiles; reglas para dibujo con división en milímetros, pulseras doradas ó sin dorar, juguetes, cajitas y toda suerte de quincalla. Hasta el mismo tapiz rojo con que estaban cubiertos los armarios, así como los cordones dorados y las borlas de éstos, eran de cautchuc. La descripción completa del establecimiento de Goodyear y de sus inventos se encontraba hecha en un libro impreso en papel de cautchuc y encuadernado en cautchuc. De tal modo se demostraba con sobrada evidencia la extraordinaria multiplicidad de las aplicaciones de esta sustancia. Pero desde entonces ha subido ésta todavía de punto extraordinariamente, como han demostrado las Exposiciones de Londres de 1862, Colonia, Stettin y Dublín de 1865, la de Viena de 1873, la de Filadelfia de 1876 y la última de París de 1889. A los citados objetos se han agregado instrumentos quirúrgicos y vendajes, modelos plásticos de organismos de todas clases, planchas para revestir los buques en lugar del cobre, herraduras en lugar de las de hierro, anteojos de teatro, topes para los vagones, bandas de mesas de billar, cabezas de muñecas y otros juguetes, látigos, tapices, colchones y cojinetes, aros de ruedas, moldes, botes para las farmacias, tazas y vasos, cadenas de reloj, collares (imitación de lava y otras piedras), tubos de conducción para líquidos y gases, flautas y clarinetes, adornos de muebles, etc., etc. Goodyear no adquirió patente alguna en Europa sobre su procedimiento de vulcanización del cautchuc, para no tener necesidad de declarar los detalles del mismo, lo cual hubiera facilitado á los competidores imitarlo, modificándolo ligeramente, como suele hacerse en tales casos; pero tampoco consiguió de este modo que se le escapara de las manos la utilidad que podía prestar la vulcanización del cautchuc, mientras que Th. Hancock, de Stoke-Newington, supo asegurar el negocio en Inglaterra, mediante una patente del año 1847. El invento del endurecimiento ó corneado

del cautchuc, que es más moderno, se atribuye al año 1853; sobre él adquirió Goodyear privilegio universal, y su explotación le ha proporcionado una inmensa fortuna. Aparte de la fábrica propia de Goodyear, en la que hay empleado un capital de más de dos millones de duros, se han creado en América, con su autorización, 22 fábricas de cautchuc, que suman una fuerza motriz de 1.260 caballos, y elaboran anualmente más de cinco millones de libras de la materia en cuestión. Morey compró el privilegio para Francia, y después hizo concesión de él á seis fábricas, á más de la suya propia en Metz. La más importante de Alemania, y tal vez la de toda Europa, es la gran fábrica de Cohen, Vaillant y Compañía, hoy Aubert, Gerard y Compañía, en Hamburgo, que fabrica diariamente 3.000 pares de zapatos de goma, por ejemplo; existen también fábricas importantes, en Berlín, Colonia, Breslau, Leipzig, Dresde, Viena y Praga. En 6 de Mayo de 1865 concedió el gobierno de los Estados Unidos del Norte de América al hijo del inventor, Nelson Goodyear, la renovación por siete años del privilegio, en virtud del cual no podía fabricarse durante este tiempo por ningún otro, objeto alguno de goma dura y gutapercha que no tuviera concesión especial en el territorio de la Unión, así como tampoco introducirse en el mismo. A las fábricas citadas hay que agregar las otras, en mucho mayor número, que elaboran el cautchuc por distintos procedimientos. De aquí ha resultado el aumento en el consumo, creciente de año en año, con el de su importación. Hace treinta y cinco años apenas se importaban en Europa 5.000 quintales de cautchuc; hoy la cifra es muy superior, pues ya en 1874 se importaron sólo en Inglaterra 6.458.150 kilogramos; prueba evidente de las excelentes cualidades de que están dotados el cautchuc y la gutapercha, y de las que se hacen continuamente nuevas aplicaciones.

El primer cautchuc vino á Europa en la forma, bien conocida, de botellitas que los indios formaban sumergiendo repetidas veces una bola de barro puesta al extremo de un palo en la masa líquida de cautchuc, que después de haber agujereado, pinchando los árboles, recogían en una calabaza colocada en el suelo por medio de una canal de caña. Una vez solidificada la capa de cautchuc, se partía el núcleo de barro seco; para acelerar la operación se secaban los moldes sobre el humo de una llama, y de aquí el color oscuro de las botellitas de cautchuc que circulaban en el comercio con el nombre de *cabezas de negro*, y que en un principio eran de un pardo claro. Anteriormente se construyeron también de igual modo zapatos de goma toscos en Nueva Granada, para lo cual sirvieron de molde, en ocasiones, medias llenas de tierra húmeda. Hoy se moldea todavía en forma de botellitas sólo el paracautchuc, y á veces estos frascos se llenan con el jugo fresco del cautchuc ordinario. En el resto de América se expende el cautchuc en forma de barras ó bolas de 40 á 60 kilogramos de peso. Por lo demás, hoy se comienza ya á practicar en los mismos puntos de producción, como, por ejemplo, en San Salvador, una puri-

ficación previa por medio del alumbre, lo que favorece mucho al producto, como es natural. En la citada localidad, y en Cartagena, se sigue además un procedimiento para la extracción del cautchuc, que difiere del empleado generalmente en otros países. En efecto; el jugo del árbol se mezcla con una masa doble de agua, se cuela la mezcla y se añade todavía otra cantidad igual de agua, de modo que el total de ésta es cuatro veces mayor que la masa del cautchuc. A las veinticuatro horas de reposo se reune el cautchuc en la superficie en forma de crema; entonces se separa el agua y se lava varias veces el cautchuc con nueva agua fresca, después de lo cual se le añade una pequeña cantidad de alumbre, con lo que se endurece rápidamente, y, por último, se prensa. El cautchuc de las Indias orientales, que tiene un valor muy próximo al americano, constituía en un principio sólo una rareza, y venía á Europa muchas veces en formas curiosas de ídolos y animales; hoy día se moldea en grandes trozos irregulares, que se amasan revueltos con diversos colores, y por lo general son muy impuros. Cada árbol suministra en las Indias orientales de 20 á 25 kilogramos de jugo lechoso, y por cada 20.000 árboles, ó sea 450.000 kilogramos de dicho jugo, se obtienen próximamente 210.000 kilogramos de cautchuc. Mucho antes de que se desarrollara en Europa la industria del cautchuc era esta industria bien conocida y considerada como una necesidad entre los indios. Pero á medida que ha aumentado su exportación ha disminuído su uso entre ellos, de modo que hoy se les envía multitud de objetos elaborados, como arneses de montar, calzado, etc.; en la América central sólo se emplea generalmente el cautchuc como material de alumbrado en forma de antorchas, á pesar del espeso humo que desprende, dotado de un olor desagradable. En Febrero de 1863 vino á Europa por vez primera, desde la Guayana, una nueva variedad de cautchuc, llamada *balata*. Forma un término medio entre el cautchuc ordinario y la gutapercha, y hace concebir la esperanza de que se preste á grandes aplicaciones. La leche de balata, que sirve también como alimento á los indígenas, y cuya importación en Europa crece continuamente, procede de una sapotácea, la llamada *bullitree* (*Sapota muéllleri*), que se halla en toda la Guayana. En estado líquido, en el que puede conservarse largo tiempo, mediante la adición de amoniaco, encuentra aplicación al estampado como aglutinante. Este jugo se seca al aire y se concreta, como el del *Ficus elástica*, en forma de planchas correosas que, bien se envían en tal estado al comercio, bien se funden en agua hirviendo, como la gutapercha, haciendo después con la masa grandes pelotas. Por lo demás, las aptitudes de la balata son completamente las mismas que las de la gutapercha, con la única diferencia de que no se puede vulcanizar tan fácilmente como ésta. Su consumo crece, como hemos dicho, de año en año, y habiéndose recibido por primera vez en Europa en 1863, en el de 1865 se exportaron ya sólo por Berbice 10.000 kilogramos.

ELABORACIÓN DEL CAUTCHUC

Para transformar la primera materia, dándole un estado en que se preste mejor á elaboraciones ulteriores, hay necesidad de practicar diversas operaciones. En un principio se cortaban las botellitas en láminas ó hilos, muchas

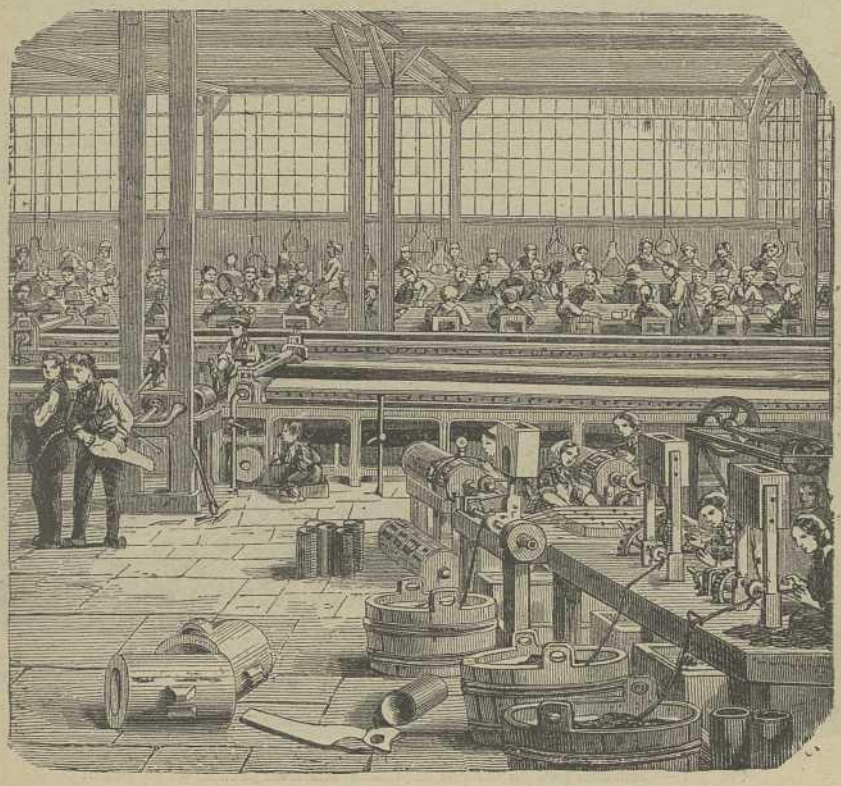


FIG. 363.—Sala de labores en una fábrica de cautchuc.

veces después de haberlas dilatado por medio de un fuelle. Pronto se aprendió á obtener los hilos mediante una máquina, entre cilindros de acero acanalados, en lugar de cortarlos con las tijeras; pero todavía no satisfizo semejante procedimiento las exigencias, cada vez mayores, de la industria. En los tratamientos modernos se comienza por purificar completamente el cautchuc. Después se distiende, corta y arrolla en láminas delgadas en una máquina extensora, entre cilindros de fundición de hierro rayados, que giran con diferente velocidad, y bajo la influencia de un chorro continuo de agua; esta manipulación se repite cinco ó seis veces, hasta que el cautchuc resulta suficientemente lavado y puro, después de lo cual se seca sobre redes. Entonces tiene el aspecto

de planchas irregulares de unos tres centímetros de espesor, y con multitud de agujeros. De aquí pasa al molino de malaxcación, que es un cilindro de hierro provisto de apéndices salientes, que gira dentro de un tambor cerrado, el cual se calienta por medio de tubos de vapor; en esta máquina se trabaja fuertemente la masa de cautchuc, y pasa después entre dos grandes cilindros que la comprimen y le dan la forma de planchas lisas, como muestra la fig. 364.

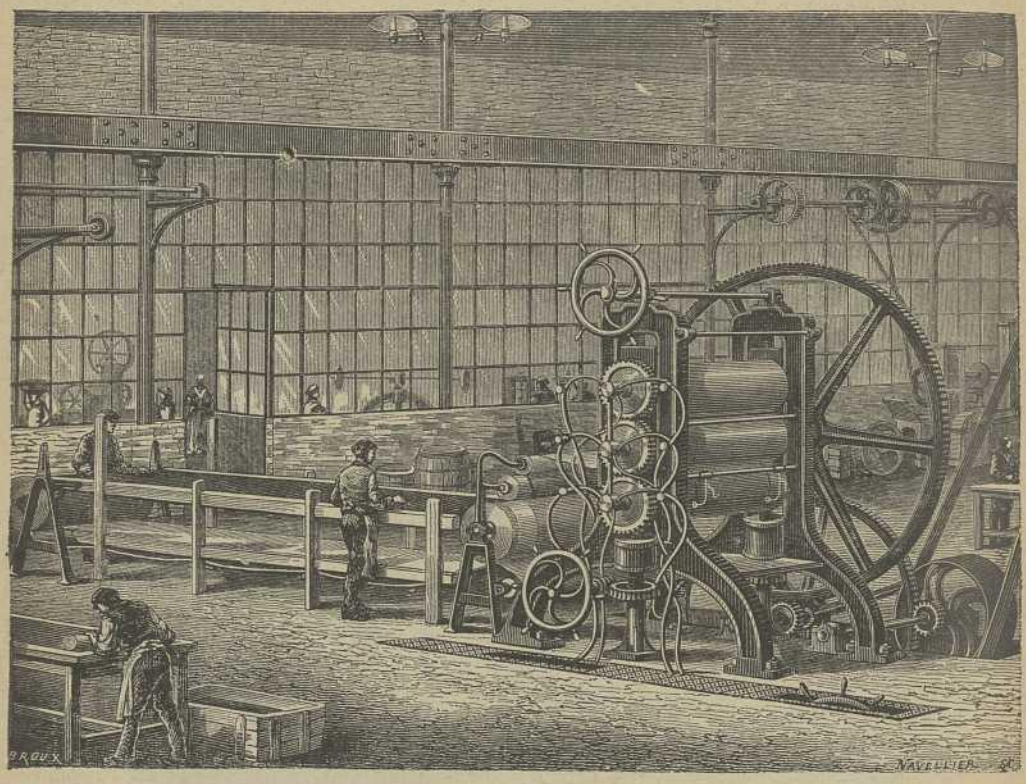


FIG. 364.—Laminador para dar la forma de planchas á la masa de cautchuc purificada.

De estas planchas se obtienen después, bien cintas, bien hilos, que se elaboran de diversos modos, principalmente para la fabricación de tejidos impermeables. Para preparar desde luego cintas ó correas de cautchuc, se da á éste la forma de un disco circular, que se sujeta fuertemente á un árbol vertical, y es puesto en rotación con éste alrededor de su eje, al mismo tiempo que gira también rápidamente una sierra, que va separando del borde del disco una cinta continua. En la fig. 365, *O* es el disco de cautchuc que va unido al árbol *a*. El par de ruedas, *b*, impulsado por el árbol, *H*, produce la rotación; el avance lateral hacia la sierra circular, *G*, es producido por un mecanismo de resbalamiento cubierto por la tabla de la mesa. La sierra circular, que trabaja humedecida, recibe su rotación del eje y de la rueda de correas, *p*. Su rapidez es tal,

que da 1.500 á 2.000 vueltas por minuto. Las cintas así obtenidas son convertidas en hilos por medio de un par de cilindros acanalados, que engranan exactamente uno en otro, cuyas acanaladuras tienen bordes muy afilados, de suerte que al girar cortan la cinta de cautchuc colocada entre ellos, como á tijera, en 10, 12, 20 ó más hilos paralelos de sección cuadrada, según el ancho de la cinta y el número de las aristas. Los hilos, que se soldarían fácilmente de nuevo por sus bordes frescos, tienen que ser separados y frotados con polvo de cal antes de someterlos á ninguna otra operación.

En lugar de este procedimiento, que siempre resulta pesado, se emplean modernamente, para obtener cintas é hilos de cautchuc, unas prensas muy potentes, con fondo agujereado, en los que el émbolo obliga á penetrar al cautchuc ablandado mediante el sulfuro de carbono y el alcohol, de un modo análogo á como tiene lugar en las fábricas de fideos y en las prensas para barro. Una tela sin fin recoge los hilos. Para la fabricación de cintas tejidas elásticas se estiran los hilos, con objeto de adelgazarlos, para lo cual se les calienta y arrolla con gran tensión sobre tambores, que se someten después al frío. Los tubos y canales de goma, que constituyen también dos de los principales artículos de la fabricación del cautchuc, se construyen soldando de un modo apropiado los bordes laterales frescos de largas cintas. En la Exposición de París de 1867 se veía un tubo liso, de 178 metros de longitud, construído de una sola pieza por la casa Reithofer, de Viena. Tampoco es raro hoy el dar color al cautchuc, utilizándose para ello principalmente la anilina.

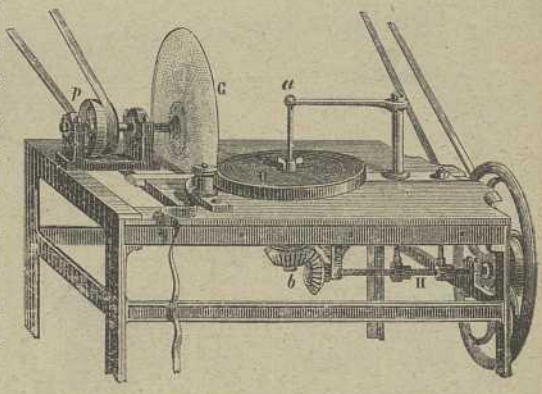


FIG. 365.—Obtención de las tiras de cautchuc.

EL VULCANIZADO

Este invento ha sido causa preferente de la gran variedad de aplicaciones adquiridas por el cautchuc; consiste en la combinación de éste con el azufre. Puede llevarse á cabo de diversos modos. En el procedimiento más antiguo de Hancock (fig. 366) se hacía la mezcla por medio de un aparato de vapor, pero hoy se hace uso generalmente del de Goodyear, en el que el azufre se mezcla con el cautchuc en disolución, ó por medio de una máquina amasadora, ó bien del de Parkes de Birmingham, que aún es mejor, y en el que se emplea una mezcla de cien partes de sulfuro de carbono, y dos y me-

dia de cloruro de azufre, mediante la cual se produce la combinación en frío. Las propiedades que el cautchuc adquiere por la vulcanización son sumamente valiosas. Cierto es que pierde algo de su fuerza elástica, pero conserva todavía suficiente, y en cambio casi no se altera, ó se altera muy poco, entre ciertos límites de temperatura; no se disuelve nada en los líquidos, y carece de la condición pegajosa que posee en su estado natural. Le queda también un débil olor á azufre, que es menos desagradable que el primitivo olor del producto.

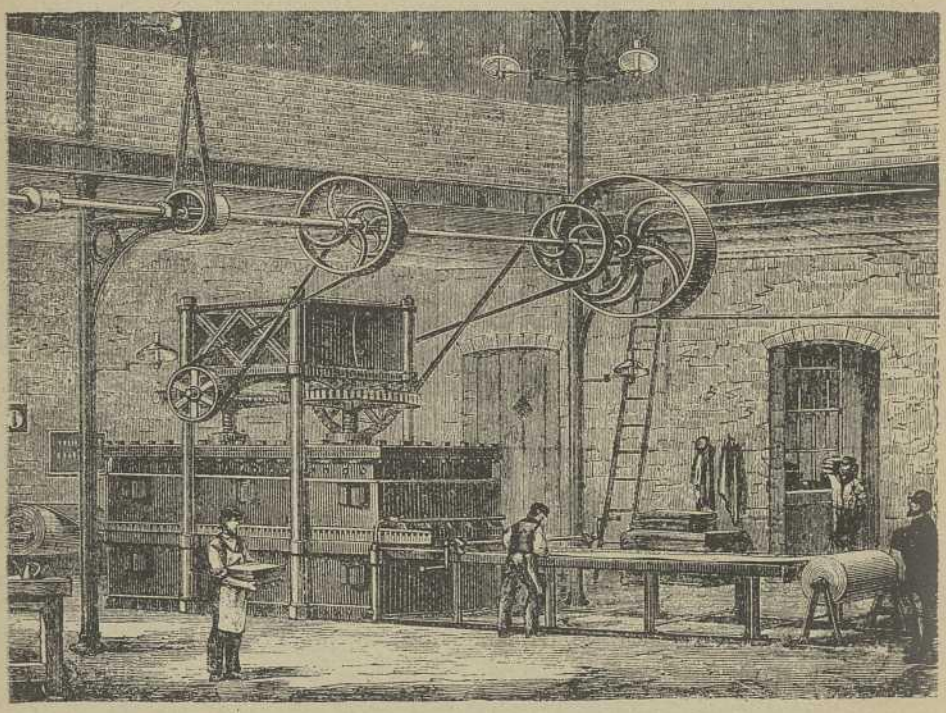


FIG. 366.—Aparato para vulcanizar el cautchuc por medio del vapor.

La fabricación de los zapatos llamados de goma, artículo de uso el más importante de los producidos por la industria del cautchuc, es muy sencilla: el cautchuc se mezcla con el doble de su peso de flor de azufre, creta, blanco de barita, negro de humo y otros cuerpos, y se comprime entre cilindros, formando planchas. El gran poder aglutinante de la masa permite soldar entre sí, sobre los mismos moldes, las piezas cortadas con arreglo á patrones, é igualmente las suelas. El calzado se recubre con barniz de cautchuc, y siempre sobre los moldes; se vulcaniza, por último, calentándolo en baño de aire.

El endurecimiento ó corneado del cautchuc, que en virtud de él queda convertido en una masa tenaz, parda ó negra, llamada *ebonita*, es una modificación del vulcanizado, que consiste en añadir hasta 80 por 100 de gutapercha,

goma laca, etc., cuando se quiere aumentar la dureza y elasticidad; de creta, yeso, arcilla, magnesia calcinada, barita, espato pesado, tierras de color, estibina (sulfuro de antimonio), galena (sulfuro de plomo), brea de asfalto, etc., cuando es otra cosa lo que se desea. La ebonita adquiere sus propiedades características exponiendo la mezcla practicada en las proporciones adecuadas á la acción del vapor de agua comprimido á cuatro ó cuatro y media atmósferas, en una caldera herméticamente cerrada. Así es como adquiere su color negro, su dureza y su elasticidad mayor ó menor, aunque nunca igual á la del cautchuc puro, ó simplemente vulcanizado; la ebonita es insensible á la acción del agua hirviendo y de otros disolventes, y puede recibir un hermoso y brillante pulimento. La variedad de aplicaciones á que se presta queda señalada por el número de objetos duros fabricados con ella, que antes citamos: es muy característica la propiedad que tiene de desarrollar grandes cantidades de electricidad cuando se la frota con una piel, una tela de lana ú otros cuerpos. De aquí que se emplee con especialidad en la construcción de aparatos eléctricos, discos para máquinas eléctricas y útiles semejantes; se construyen también de ebonita peines, portaplumas, instrumentos quirúrgicos, juguetes, cerilleros y otros objetos. En la fabricación de ebonita se emplea tan sólo el cautchuc más barato de la India. La *parksina* es una sustancia muy parecida á la ebonita, que apareció por primera vez en la Exposición de Londres de 1862, y llamó mucho la atención. Es un producto fabricado por A. Parkes, de Birmingham, según se cree, con cloroformo y aceite de ricino, duro como el cuerno, pero al mismo tiempo flexible como el cuero y mucho más barato que el cautchuc.

FABRICACIÓN DE TEJIDOS IMPERMEABLES

Se halla íntimamente enlazada con la industria del cautchuc, por más que se emplean también en ella otras sustancias, como la parafina, la cera, el barniz de aceite de lino, etc. Las prendas de vestir impermeables, las telas de la misma clase para carruajes y muebles, cofres, bolsas de viaje, toldos, mantas para caballos, etc., ó bien se impregnan con una disolución de cautchuc, que es lo que se hace generalmente con los objetos ordinarios, ó bien se cubren por uno ó por ambos lados con una película fina de cautchuc, como se hace, sobre todo, con los impermeables y objetos análogos. Actualmente se usa una máquina, que aplica á los tejidos, con la mayor uniformidad, una pasta de cautchuc con sulfuro de carbono ó bencina.

Los tejidos elásticos, como los empleados para la fabricación de tirantes, cinturones, elásticos de botas, etc., están formados por hilos de cautchuc entretejidos; para hacerlos se toma primero lana, algodón ó seda, y se intercalan

los hilos de cautchuc en la cadena. Antes de tejerlos, se ablandan estos hilos de cautchuc en agua hirviendo, arrollados sobre un cilindro, bien tensos y conservados en un sitio fresco, arrollados en este estado de tensión. Semejante operación se llama el estirado. Una vez acabado el tejido, se le calienta, con lo que recobra la elasticidad, y los hilos tienden á contraerse; pero esto no puede verificarse sino en parte por la reciprocidad de la tirantez en todos sentidos. De aquí la solidez de los expresados tejidos.

En la misma Exposición de Londres de 1862 se dió á conocer también un artículo de cautchuc sumamente curioso: el *kamptulikon*, especie de alfombra formada de cautchuc, gutapercha y mimbres, finamente triturados, mezclados íntimamente entre sí y comprimidos después con gran fuerza entre cilindros, con lo que se originaba ese dibujo tan marcado, que puede observarse en el tejido y en las alfombras construídas con él. La invención pertenece á los fabricantes Taylor y Harry, de Deptford, que consumen anualmente 6.000 quintales de restos de cestas sólo para la fabricación de esta materia. El *kamptulikon* ha alcanzado rápidamente gran aceptación para cubrir los suelos, pues con él no se oye el ruido de los pasos; los dos edificios parlamentarios de Londres se hallan pavimentados de la expresada sustancia, así como casi todas las iglesias, muchos edificios públicos, hoteles y casas de sociedades. El *kamptulikon* impide por completo la humedad, y es también mal conductor del calor. En los manicomios se utiliza para revestir las paredes, pues en virtud de su elasticidad sirve de protección contra los golpes. Asimismo se ha manifestado de excelente uso como material para la limpieza de cuchillos y demás objetos de acero. En Inglaterra se han fabricado también por un procedimiento secreto esponjas artificiales de cautchuc (*India-rubber-sponges*). Consisten en una masa atravesada por multitud de orificios, de modo que en realidad sólo tienen esto de común con las esponjas naturales. Dicha masa parece haber adquirido su estado, como el pan, por un desprendimiento de gases en su interior. Pero el hecho es que, en virtud de su gran porosidad, absorbe el agua en gran cantidad, y que es tan blanda, que se reduce de volumen, cediendo al menor esfuerzo, por lo cual constituye un medio mecánico excelente para la limpieza, y se hacen con ella, no solamente esponjas para la limpieza de los caballos, sino también pinceles ó plumeros para muebles, espejos, etc. Por último, se ha llegado hasta inventar un cautchuc artificial; es decir, un cuerpo que puede sustituir en ciertos casos á la goma elástica, y que consiste en una mezcla de aceite de semillas de algodonero, de brea de hulla y de azufre, sometida durante varias horas á la temperatura de 160° centígrados; sin embargo, esta sustancia no ha encontrado en la práctica buena acogida.

El empleo del cautchuc en el estampado sobre tejidos lo introdujeron con éxito los ingleses Hancock y Silvert. También puede emplearse en el estampado sobre el algodón el jugo del cautchuc y la balata sin intermedio de

disolvente alguno, con lo que se evitan ciertos inconvenientes que van unidos al empleo de las disoluciones del cautchuc en la esencia de trementina, aceites de brea de hulla, etc. La leche de balata se diluye en agua; cuando esto es necesario, se filtra y se mezcla con la materia colorante, muy finamente dividida. En el estampado sobre papel no suele emplearse la cola, ó sólo en pequeña cantidad; los tapetes estampados con balata pueden limpiarse con esponja y agua jabonosa.

Ya en el año 1798 describió Macquer la solución del cautchuc, recomendando para ella el éter como disolvente. Después se ha empleado para el objeto, á más de dicha sustancia, el aceite de brea de hulla (bencina), el cloroformo y el sulfuro de carbono. Hoy se da á este último la preferencia, pues puede adquirirse á más bajo precio, y disuelve completamente un 15 por 100 de cautchuc á la temperatura ordinaria. Sin embargo, semejante disolución es demasiado diluída para los fines industriales, por lo que se obtiene una especie de papillas con una cantidad menor de sulfuro de carbono y mediante una interposición mecánica del cautchuc. De un modo análogo pueden también emplearse la esencia de trementina y el petróleo para ablandar el cautchuc; pero las pastas así obtenidas siguen siendo viscosas mientras no se les añada hígado de azufre (polisulfuro potásico).

La producción de cautchuc en toda la Tierra fué durante el año 1882 de unos 20 millones de kilogramos, cuyo valor ascendió á 175 millones de pesetas próximamente. La exportación en el citado año fué poco más ó menos:

2.000.000	kilogramos	en Assam, Java, etc.
1.000.000	»	» Mozambique.
600.000	»	» Borneo.
250.000	»	» Madagascar.
2 500.000	»	» la costa occidental de Africa.
3.000.000	»	» América central.
10.200.000	»	» Para (Brasil).

Para comprender cuán extraordinario ha sido el incremento en la exportación por Para, no hay más que fijarse en que durante el año 1857 sólo ascendió á 1.670.000 kilogramos, y diez años más tarde se había ya elevado á 4.300.000. La variedad mejor del cautchuc es la procedente de San Salvador, en la América Central, donde todavía se han perfeccionado mucho los procedimientos de extracción y purificación desde 1860, debido á las instrucciones de un austriaco llamado Schlesinger; el quintal de cautchuc puro de esta procedencia vale diez piastras (de 42 á 43 pesetas).

GUTAPERCHA

La gutapercha, que es también un jugo lechoso concretado obtenido de ciertos árboles, es muy semejante al cautchuc. El conocimiento de dicha sustancia es de época reciente, pues aunque en 1830 se enviaron desde Singapur á la Sociedad asiática de Londres moldes hechos con esta resina, apenas se concedió importancia ni se fijó la atención en el hecho. La verdadera importancia de la gutapercha comenzó en el año 1843, cuando Montgomery mandó desde las Indias á la *Society of arts*, de Londres, noticias detalladas acerca de ella, que él había conocido en el mango de un hacha, y que se ablandaba y hacía flexible en el agua caliente. Antes de 1844 era conocida en casi toda Europa la gutapercha, al menos de nombre, y en el citado año se trajeron por vez primera dos quintales de dicha sustancia desde Singapur á Inglaterra, á modo de prueba; el comercio de este útil producto ascendió tan rápidamente, que en 1845 fueron importados 169 pikuls (de 66 y $^2/_3$ kilogramos); en 1846, 5.364; en 1847, 9.296; en 1848, 11.600 pikuls, cuya última suma representa un valor de 480.000 dollars (2.470.000 pesetas). La mayor parte de la cantidad citada se destinó á Inglaterra, pues sólo 922 pikuls fueron al Norte de América, 470 al continente europeo y 15 á las islas Mauricio. Pero por muy rápido que fuera el aumento del comercio de gutapercha, lo fué todavía más el de la actividad que se desenvolvió para subvenir á él entre los habitantes del archipiélago indio, pues la recolección de la gutapercha, que en un principio sólo se practicaba en las lagunas de Oschohor, en la isla Singapur, fué pronto extendida en todas direcciones por verdaderos ejércitos de malayos y chinos. De este modo fueron adquiriendo los naturales de aquellos países el conocimiento del valor del producto, y aplicándose también á su explotación, que se difundió rápidamente por todo el archipiélago, de tal modo que hoy se extrae gutapercha por el Norte de Singapur hasta Pinang, por el Este en Borneo, donde se encuentra en Bruni, Saravak y Pontianak, en la costa oriental; finalmente, por el Sur se extiende á lo largo de la costa de Sumatra y Java. Actualmente la producción anual de gutapercha en esos países asciende á unos dos millones de kilogramos, y se halla casi por completo en manos de la Sociedad británica fundada para el comercio de dicha materia, á cuya Sociedad hay que agradecer que hayan cesado las devastaciones que en un principio trajo como consecuencia el aumento extraordinario en la demanda de tan útil materia. En efecto; no se contentaban con hacer incisiones en los árboles, como para la recolección del cautchuc, sino que se talaban por completo; como quiera que el jugo no fluía por las incisiones sino lentamente, concretándose á poco, se hacía necesario descubrir y

renovar con frecuencia las heridas, lo cual parecía muy enojoso; así es que se destruía sin empacho en un momento la planta, cuyo crecimiento había costado cien años, se arrancaba su corteza y se recogía toda la savia, vertiéndola en una especie de cajas formadas con hojas de banana. Nuestros lectores podrán formarse una idea de la desolación así ocasionada, teniendo en cuenta que cada árbol no rinde más que de 10 á 15 kilogramos de jugo; y comparando con esta cifra las cantidades antes mencionadas de gutapercha, que eran exportadas desde Singapur, emporio de este comercio, resulta de tales cálculos que en los cuatro primeros años debieron destruirse por lo menos 300.000 árboles. Actualmente se ha ordenado á los agentes de la Sociedad comercial que concedan premios por la extracción del jugo sin dañar á la planta; pero todavía se derriban muchos árboles, pues se halla extendida la opinión de que la goma así obtenida es la mejor. Es muy particular que entre los naturales de las citadas islas el uso de la gutapercha para los fines domésticos é industriales diste mucho de hallarse tan difundido como lo estaba desde un principio el del cautchuc entre los indios de la América Central; el indicado mango de hacha debía ser, pues, un objeto raro, máxime cuando la gutapercha sin elaborar se presta poco para sustituir á la madera en esta clase de objetos, pues basta el calor de las manos ó el del sol para que inmediatamente se ablande y se doble.

FIG. 367.—Rama del árbol de la gutapercha.

Probablemente la gutapercha se obtiene de diferentes árboles. Durante mucho tiempo no se consiguió establecer la naturaleza de éstos, hasta que en 1847 sir W. Hooker los clasificó como especies del género *Isonandra*, perteneciente á la familia de las sapotáceas. El árbol de la gutapercha propiamente dicha, que es el más generalmente utilizado, fué denominado por el citado autor *Isonandra gutta* (fig. 367); tiene de 12 á 20 metros de altura, y de uno y medio á dos de diámetro, hojas brillantes y coriáceas, flores amarillas y fruto baya. La extracción del jugo se hacía primeramente, como ya hemos dicho, talando el árbol, en cuya corteza se hacían luego cortes anulares, y se colocaban debajo cortezas de coco. Hoy día se hacen en él incisiones como para la extracción del cautchuc. Poco después de recogida la leche se coagula, y antes de que esto haya podido verificarse por completo, las mujeres malaxan

la masa, dándole forma de cilindros. En este estado la gutapercha tiene un color pardo rojizo, mientras que cuando está completamente pura es de un gris claro; distingue particularmente á esta sustancia un brillo sedoso, un tacto craso y un olor á cuero especial. Es muy compacta, casi no tiene poros, y tanto menos cuanto es más pura. Cuando se calienta se hace blanda y dúctil, pudiéndose entonces darle fácilmente cualquier forma, lo cual se verifica en el agua de 60 á 70° centígrados, y sobre ello descansan gran parte de sus aplicaciones. Por otra parte, la gutapercha es poco soluble, y sólo en el éter, cloroformo y sulfuro de carbono en frío, y en esencia de trementina y bencina en caliente; los ácidos la atacan poco ó casi nada. La gutapercha es un mal conductor del calor y la electricidad, y se distingue del cautchuc por su elasticidad mucho menor, y por ciertos cambios que determina en ella la influencia del aire.

Existen en el comercio diferentes clases de gutapercha, que se diferencian entre sí principalmente por el color; así, hay gutapercha parda, parda clara, amarilla sucia, blanca y roja; en Borneo se distinguen cinco clases: *waringui*, *doerian*, *pœloet*, *papœa* y *rana;* la primera es la mejor; la última la peor; la gutapercha que circula en el comercio es siempre una mezcla de estas clases. Muy semejante á esta resina hay otra, procedente también de las Indias orientales, y llamada *pauchontee*, que se suele ofrecer en sustitución de aquélla. En general, en los bosques de los países tropicales existen indudablemente muchos otros árboles que ofrecen jugos lechosos y resinas utilizables. En la Exposición de Dublín de 1865 se veía en el pabellón de las Indias el *pauchontee*, llamado también *wynaad*, como producto de la *Isonandra acuminata*, una especie particular de gutapercha procedente de Gorrukpore y del *Calotropis gigantea*, llamada *mudar gutta*, mientras que el cautchuc de Assam suele proceder de la *Urostigma elástica*. Una cosa parecida era también la *gomme de Kelle*, que fué enviada por la colonia francesa del Senegal á la Exposición de París de 1867; probablemente era el jugo concretado de alguna especie del género *Ficus*, y tenía la forma de balas algo frágiles: hasta hoy no ha conseguido figurar en el comercio. La gutapercha tiene casi los mismos usos que el cautchuc, y por lo mismo su industria se ha desarrollado rápidamente, al par que la de éste.

PURIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DE LA GUTAPERCHA

La purificación consiste en eliminar los pedacitos de corteza, madera, tierra, piedrecillas y demás sustancias extrañas con que siempre está mezclada. Se verifica dividiendo en pequeñas hojas la gutapercha por medio de máquinas apropiadas, durante cuya labor los cilindros divisores están baña-

dos por una corriente de agua, á la que se ha añadido cloruro cálcico ó sódico. La masa se deja después en agua durante veinticuatro horas, en cuyo tiempo se depositan en el fondo todas las sustancias extrañas. La gutapercha que flota en la superficie se trata con agua hirviendo, con lo que puede apelotonarse, y la masa así obtenida se lleva á un sistema de cilindros, entre los cuales es comprimida y toma la forma de láminas delgadas (fig. 368). Con esto termina la operación ú operaciones de limpieza. Cuando se quiere dar á la gutapercha una forma determinada, se lleva seca á un aparato caliente, análogo á los que se emplean para el cautchuc, y cuando se ha convertido en él en una masa blanda y homogénea, pasa á un aparato de cilindros calentado al vapor, que forma con la masa planchas ó cintas. La obtención de los tubos de gutapercha se verifica con la masa blanda en una máquina que corresponde por completo á las de tubos de hierro. Los hilos y cordones se obtienen exactamente igual que los de cautchuc.

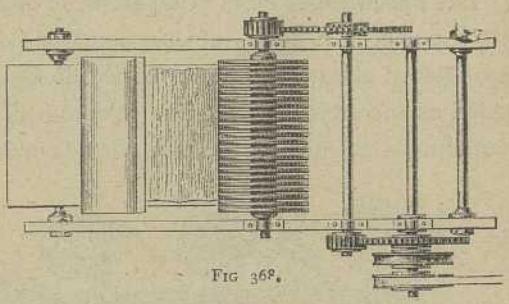


FIG 368.

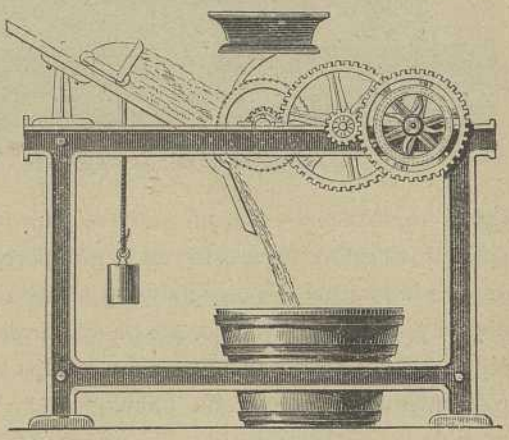


FIG. 369.—Máquina para dividir la gutapercha.
(Vista por arriba y por un lado.)

La gutapercha caliente se suelda consigo misma, sin necesidad de cemento alguno, poniéndosela á presión dentro de un molde, ó, al contrario, aplicándola exteriormente á él para formar objetos cerrados huecos. Muchas veces se blanquea también la gutapercha, para cuyo fin hay que purificarla con un cuidado especial, haciendo pasar las hojuelas obtenidas primeramente con un sistema de cilindros divisores en el seno del agua, por aparatos de purificación movidos al vapor. Entonces la masa, después de seca, se disuelve en bencina hirviendo, añadiendo algo de yeso calcinado; se precipita después con alcohol, y el precipitado, completamente blanco, se priva de nuevo del agua que contiene. Esta gutapercha blanca purificada se utiliza por los dentistas en la construcción de mandíbulas artificiales para la colocación de dientes también postizos, coloreándola en tal caso de rojo claro por medio de una sustancia colorante adecuada.

La gutapercha se vulcaniza como el cautchuc, mediante la adición de azu-

fre; pero para ello debe primero calentarse fuertemente para alejar el aceite etéreo que contiene, pues de lo contrario la masa se haría porosa, esponjosa. La gutapercha vulcanizada ha perdido la propiedad de hacerse flexible y plástica por la acción del calor. El *corneado* de la gutapercha exige una cantidad mayor de azufre; hoy se emplea con preferencia, como disolvente, el cloroformo, y puede obtenerse así una masa dura muy blanca. La gutapercha endurecida se emplea para los mismos usos que la ebonita de cautchuc.

Las aplicaciones de la gutapercha se ponen de relieve, mejor que de ningún modo, por la lista de los objetos construídos con ella y consignados en el catálogo de la fábrica de Goodyear, cuya variedad es increíble. Abarca los mismos artículos en que el cautchuc da buenos resultados; pero la aplicación que tiene

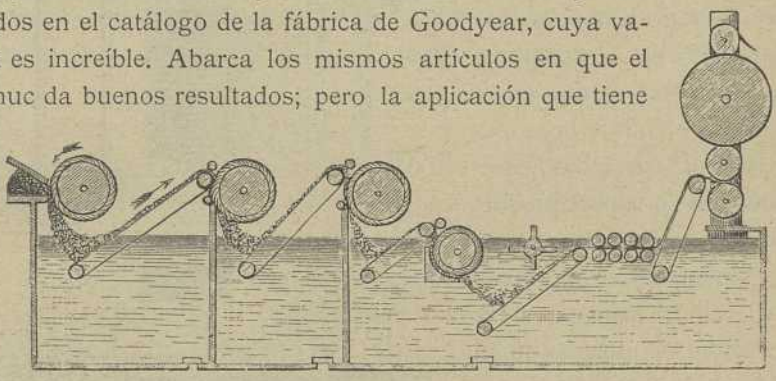


FIG. 370.—Aparato de purificación.

mayor importancia es la que se hace para revestir de una capa protectora los hilos del telégrafo; para esto es la gutapercha insustituíble, en virtud de su poder aislador, que no tiene rival. La telegrafía eléctrica le debe en su mayor parte el poderoso desarrollo que ha adquirido. La telegrafía subterránea y submarina no han sido absolutamente posibles hasta que se aplicó á los hilos el revestimiento de gutapercha, habiendo sido Werner Siemens, el ingenioso fundador de los establecimientos Siemens y Halske, el que propuso por primera vez el empleo de la expresada sustancia para el citado fin, y el que también dió los procedimientos y máquinas correspondientes para recubrir de gutapercha los hilos conductores.

En la fig. 371 damos un dibujo, en corte transversal, de uno de estos aparatos. El cilindro hueco está destinado á recibir en *E* y *F* la gutapercha blanda, que puede comprimirse por derecha é izquierda mediante los émbolos *G* y *H*. A la mitad próximamente entre ambos émbolos están agujereadas las paredes del cilindro, de tal modo que en la parte inferior el orificio se llena exactamente con el alambre conductor, *I*, que lo atraviesa, mientras que la abertura por la parte superior es algo más ancha, y ejerciendo sobre ambos émbolos una presión proporcionada, se inyecta por *o o* cierta cantidad de gutapercha que rodea al hilo á medida que éste va pasando con una cubierta fuertemente comprimida, y cuyo espesor depende del diámetro interior del tubo *K*.

Expuesta al aire libre, sobre todo en los climas cálidos, la gutapercha experimenta, con el transcurso del tiempo ciertos cambios, y esto es de gran importancia para los hilos telegráficos. Así, se ha comprobado que la destrucción de la capa aisladora del hilo telegráfico de las Indias orientales fué debida á una descomposición gradual (oxidación) de la goma bajo la influencia del oxígeno del aire. En los casos en que tal alteración es de temer por el clima, etc., debe revestirse á su vez la gutapercha de una capa que impida el contacto del aire. Según *Preece*, la gutapercha suele ser también roída por un pequeño insecto, el *Templetonia crystallina*. El nuevo cable transatlántico, que por cada siete kilómetros y medio de longitud contiene 52 y medio de alambre de cobre, 75 de alambre galvanizado y 30 de cordón de gutapercha, recibe todavía una cubierta suplementaria de 375 kilómetros de hilo de cáñamo de Manila, con el que se rodea, bien apretada, la gutapercha, y todavía se recubre todo con un barniz impermeable. Aquella descomposición especial hay que atribuirla también á que la gutapercha antigua se hace inservible á no someterla á una nueva y completa elaboración. Las masas antiguas, que no sirven ya para moldes galvanoplásticos y que echan á perder las porciones con que se funden de nuevo, adhiriéndose fuertemente, tienen que ser reblandecidas en agua hirviendo, y después malaxadas en una máquina á propósito, añadiéndoles aceite de lino, con lo que recobran las propiedades primitivas.

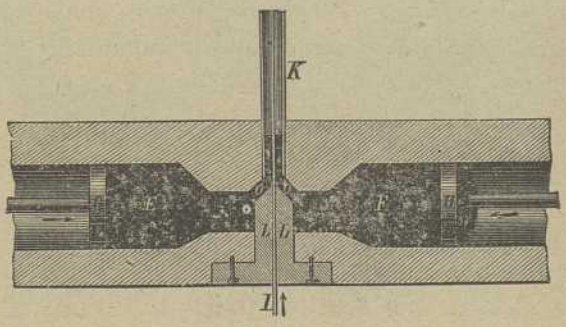


FIG. 371.
Aparato para revestir con gutapercha los hilos telegráficos submarinos.

Al elaborar con la gutapercha vulcanizada los múltiples artículos á que se destina, se obtiene una gran cantidad de residuos que no pueden utilizarse directamente. Ahora bien; para los fabricantes ofrece no escasa importancia disponer de un procedimiento mediante el que sea posible el aprovechamiento de tales residuos. Con tal objeto se han hecho diversas proposiciones, acudiendo á los procedimientos de *desazufrado*, por más que no parece que en realidad se trate de semejante cosa. En el año 1846 adquirió Parkes patente sobre un procedimiento de este género, que no llegó, sin embargo, á acreditarse. Mejor resultado obtuvo en 1856 N. S. Dodge, cuya patente tampoco se refería á sustracción alguna de azufre, sino sólo á un tratamiento de la masa de gutapercha dividida con una mezcla de alcohol y sulfuro de carbono durante dos horas próximamente, después de lo cual quedaba de nuevo en disposición de ser elaborada. La patente de Newton se apoyaba sobre un tratamiento con

canfina, hasta conseguir que aquellos residuos se ablandaran; después se separaba la canfina y se ponía la masa en contacto con una mezcla de alcohol y éter, con lo que la gutapercha debía recobrar todas sus propiedades primitivas. Se hubo de observar, sin embargo, que los objetos de gutapercha construídos con los residuos de esta masa, rehabilitados por semejantes medios, no tenían la duración que los preparados con gutapercha fresca, sino que, por el contrario, se rompían con facilidad.

Por último, para los fabricantes es también de importancia el ensayo de la gutapercha en bruto al comprarla. Dicho ensayo es muy fácil de practicar, pues basta tratar un peso conocido de la materia por bencina caliente, filtrar por papel la disolución, lavar repetidas veces el residuo con bencina caliente siempre, y pesar lo que resta sobre el filtro, después de seco y descontado el peso de éste. La gutapercha pura es completamente soluble en la bencina, y toda sustancia extraña que la impurifique ó adultere, permanece sobre el filtro.

CURTIDO DE PIELES Y FABRICACIÓN DE COLA

Historia del curtido, y medios de éste.—Anatomía de la piel de los animales, y objeto del curtido.—Acciones químicas y mecánicas.—Operaciones que comprende el curtido.—Purificación y loción de las pieles.—Tratamiento por cal, y separación de ésta.—Resudación por el vapor ó en frío.—Separación del pelo.—Rasuración.—Pulido y distensión de las pieles.—Tinte, engrasado, fermentación, etc.—Curtido en blanco y de la gamuza.—Cuero.—Procedimiento de Klenne.—Fabricación de cola.—Su formación de la fibra animal.—Práctica para obtenerlo.—Gelatina.

Con el derecho del más fuerte invade el hombre el reino animal, destruyendo vidas y apoderándose de cuanto juzga útil para sus fines; no siendo raro que la piel, vestido natural de los animales, constituya el único ó el principal objeto de sus aspiraciones. Pero esta parte del botín que la caza proporciona no tiene apenas valor práctico en su estado natural, pues expuesta á la humedad, la piel se pudre, y si se seca, se hace córnea y rugosa; hay, pues, necesidad de someterla á una preparación que la haga flexible, imputrescible, impermeable; en una palabra, susceptible de usarse. La invención de medios que conduzcan á este resultado ha debido ser de los primeros pasos dados por el hombre en el camino de los descubrimientos. Es muy probable que los primitivos pobladores de la Tierra supieran ya preparar pieles de ani-

males mucho antes de que se hubieran inventado las artes textiles, y la multiplicidad de los medios puestos en juego en diversos países para el expresado objeto, prueba que en muchos puntos ha nacido y se ha desarrollado espontáneamente esta industria, probando el hombre instintivamente la manera de conseguir los fines á que responde, con los elementos que tenía á su alrededor. Uno de los medios más accesibles, y que por lo mismo encontramos empleado entre las razas más diversas, en Asia, en las regiones polares, en América y en el Sur de Africa, es la frotación de la piel natural con materias grasas, como la masa cerebral de los animales mismos, la grasa de ballena, la leche, etc. El curtido de gamuza en los pueblos civilizados se funda también en el empleo de la grasa.

Otro de los medios más racionales, puesto en práctica tanto en el viejo como en el nuevo mundo, es el que se funda en el ahumado. La industria moderna hace todavía uso de semejante procedimiento, al menos en cuanto que una gran parte de las pieles de buey que proceden de América son primeramente preparadas por medio del humo (otras veces por una especie de salazón), y que para las colecciones se preparan también las pieles con creosota, y la creosota es precisamente el componente del humo que da resistencia á la fibra animal contra la putrefacción.

El empleo del alumbre, fundamento del curtido en blanco, es también una práctica antíquisima, pues por lo menos los romanos tenían, á más del cuero tenaz y duro (*corium*), otro blando y flexible, que conocían con el nombre de *aluta*, que significa, de alumbre.

Pero la parte más importante del curtido se funda en el empleo de ciertas partes vegetales, cortezas, raíces, etc., que tienen la facultad de modificar la piel de los animales de un modo sumamente ventajoso para poder servirse de ellas. Esta aplicación constituye un invento cuya esencia no es tan fácil descifrar; por lo menos ha debido tener lugar en tiempos y por pueblos de los que no poseemos noticia histórica alguna. En efecto; sin que los hombres de aquellas lejanas épocas tuviesen sospecha de la existencia de una sustancia especial curtiente en las plantas arbóreas, supieron proporcionarse, en todas las latitudes, las plantas que poseían en más alto grado semejante propiedad. Estas sustancias curtientes se hallan tan generalizadas, que la ciencia moderna ha mostrado su presencia en la mayor parte de las plantas, sobre todo en las perennes; pero no se ha encontrado ni una sola que respondiera mejor ni aproximadamente tan bien como las conocidas desde muy antiguo y usadas para el objeto.

En los antiguos pueblos asiáticos más civilizados jugaba ya probablemente el papel más importante en la preparación del cuero la nuez de agallas, ó excrecencia de las hojas de roble, que contiene $^1/_4$ de su peso de tanino. El zumaque, que crece en los países meridionales, debe haber sido también un me-

dio curtiente usual desde remotos tiempos, mientras que la aplicación á este objeto de la corteza de roble parece haberse originado en Europa. Esta corteza, cuya riqueza en materia curtiente (tanino) varia desde 4 á 16 por 100, según la edad del árbol y otras circunstancias, sigue siendo para nosotros el material más importante del género; todas las demás cortezas indígenas que puedan emplearse, de sauce, de aliso, de álamo, de boj, de castaño, de olmo, de fresno, de nogal, etc., son más pobres que aquélla en tanino. El uso de la corteza de pino es de origen moderno; se utiliza en sustitución de la de roble por su bajo precio, así como se mezcla el café con la achicoria. En Rusia,

FIG. 372.—Curtidoras indias.

donde no hay robles, se curte con las cortezas de sauce, de álamo y de aliso, y en el Norte de América con la de pino hemlock. El cuero fuerte así obtenido, y conocido hoy generalmente como cuero hemlock, fué importado á Inglaterra por vez primera en el año 1844, y se ha propagado considerablemente su uso en Alemania, Austria, Suiza y Rusia, á pesar de sus peores cualidades con respecto al curtido con la corteza de roble, principalmente por efecto de su más bajo precio. Gran número de otras cortezas exóticas y partes de plantas ricas en ácido tánico han sido recomendadas para sustituir á la de roble, particularmente la corteza y madera del *quebracho*, árbol indígena del Brasil (*Aspidospermum quebracho*), y, por último, la *algarrobilla*, extracto preparado con la madera de castaño de Indias, que tiene de 40 á 50 por 100 de tanino, así como el fruto silicua de un árbol indígena en Chile (*Balsamocarpum brevifolium*), la corteza de *mangostan* de Java y la del *Persea lingue*, con 24

por 100 de tanino, y otras que ya hace mucho tiempo se usan en el curtido.

Entre los naturales del Norte de América se encuentra sumamente desarrollada esta industria. En efecto; mientras los pueblos salvajes, en general, sólo preparan las pieles por el lado interno, ó sea el de la carne, dejándolas el pelo ó lana que tienen por la parte externa, limitándose á curtirlas por medio del humo, los habitantes de los bosques y praderas norteamericanas llevan á cabo un curtido completo, preparando un magnífico, aunque tosco cuero, para hacer sus trajes, y saben asimismo disponer la dura y gruesa piel de búfalo para sus tiendas. Estos curtidores, ó más bien curtidoras, pues el expresado oficio está encomendado á las mujeres, deben utilizar también para el objeto jugos de cortezas y partes de plantas adecuadas, principalmente del zumaque (fig. 372). Hasta en las islas del Océano Pacífico se encuentra en uso un curtido racional, y por todo el viejo mundo es el cuero un artículo tan conocido y generalizado, que sería ocioso intentar la determinación de un primitivo inventor, ni una localidad particular como cuna del invento. En los relieves más antiguos de origen egipcio se hallan representadas las manipulaciones del curtido tales casi como se practican todavía (fig. 373). En la antigüedad tenían fama los cueros persas y babilónicos, que eran, no solamente de clase ordinaria, sino también de clases muy finas, y tintados con hermosos colores. Esta antigua industria asiática proveía á Europa, y hacia los comienzos de la Era Cristiana los judíos monopolizaban casi por completo el comercio de cueros de Oriente y Occidente, surtiendo de ellos á Roma y á su Imperio. En tiempos de la dominación árabe floreció en España y en el Africa occidental la industria del curtido de lujo, en cuyos productos fué Europa tributaria largo tiempo de aquellos países, hasta que se llegó á descubrir el secreto de la fabricación, siendo en Francia donde comenzó la competencia, no hace mucho más de cien años. El recuerdo de este antiguo estado de cosas dura aún, sin embargo, pues en todas partes se conservan todavía los nombres de tafilete ó cuero marroquí, de Safí, de Córdoba (cordobán), etc. Pero este mismo florecimiento del curtido en la región del Sudoeste de Europa ha servido de fundamento para admitir que los árabes, habiendo adquirido tales conocimientos en sus irrupciones por el Asia, los propagaran á este extremo occidental del mundo entonces conocido. En efecto, es muy probable que el Asia, foco primitivo de la civilización en general, lo haya sido también de una industria como la del curtido; y en favor de esta hipótesis habla también el hecho de que el preparado de cueros se

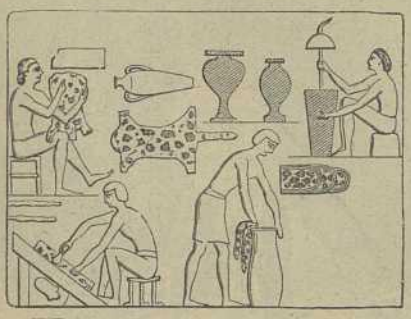


FIG. 373.
Curtidores egipcios de la antigüedad.

practicaba ya de un modo muy notable y en tiempos antiquísimos en la región oriental de Europa, entre los rusos, búlgaros, húngaros, turcos, etc. Finalmente, en las obras de Plinio se lee que los celtas preparaban su cuero por medio de la brea del álamo; y se deduce de esto que el curtido del cuero rojo de Rusia no es de origen ruso, sino que probablemente se practicaba ya por los primeros asiáticos establecidos en Europa. Tomemos, pues, la industria del curtido tal como se nos presenta, é investiguemos, en primer término, cuál es la condición de sus procedimientos especiales, y cómo puede verificarse que actúen en igual sentido objetos tan esencialmente diversos como son las partes vegetales, la grasa y el alumbre.

LA PIEL ANIMAL

Consta, como muestra la fig. 374, de tres capas distintas: la epidermis, el cuero cabelludo ó endopleura, y la túnica adiposa ó membrana grasa. El curtidor tiene que separar completamente la epidermis con los pelos, cuyas raíces penetran hasta la túnica media, así como la túnica adiposa de estructura esponjosa, llena de glándulas sudoríficas y de celdillas con grasa; la que únicamente le interesa es la túnica média coriácea, ó piel propiamente dicha, que después de cuidadosamente limpia se presenta como un tejido muy flexible y de color blanco de leche. En cuanto á su estructura, este cuero, á más de hallarse atravesado por los canales de las glándulas sudoríficas y por las ramificaciones de los nervios tactiles, está formado por tejido conectivo; es decir, por fibras que se entrecruzan y enlazan de mil modos. Esta estructura fibrosa es un dato que no puede perderse de vista para cualquiera clase de curtido. Como quiera que este tejido puede transformarse casi completamente en cola por la cocción en agua, los químicos le llaman también tejido gelatinoso. Cuando se abandona á la desecación un trozo de piel natural, se hace dura y córnea; las fibras del tejido, á medida que pierden su humedad, se aprietan, y con esto desaparece forzosamente, en su mayor parte al menos, la flexibilidad del conjunto. Sin embargo, el agua tiene la propiedad de esponjar estas fibras, de manera que por la desecación permanecen adheridas entre sí. Si se pone en alcohol concentrado un trozo de piel lavado con agua, absorbe aquél el agua que contienen las fibras, y al desecarse queda el tejido poroso y se obtiene un cuero al parecer excelente, pero que pierde de nuevo las cualidades adquiridas al contacto con el agua. Otra cosa sucede cuando el agua es desalojada por una sustancia que permanece fija á las fibras, y que, por tanto, sirve, de una parte, como protectora contra la putrefacción, y de otra, como intermedio que impide la aglomeración de aquellas entre sí. Tales son las dos condiciones de elaboración del cuero, y sobre ellas descansa toda clase de

curtido. Así, pues, en teoría debe considerarse como pudiendo constituir un medio curtiente toda sustancia que se una con bastante fuerza á la fibra animal para que el agua no pueda desalojarla; y como tales sustancias se emplean en gran número en la tintorería, resultan ambas industrias muy semejantes entre sí desde el punto de vista químico. Realmente, el alumbre figura desde hace mucho tiempo en ambas artes, y se usa lo mismo como mordiente que como curtiente, y el tanino en forma de catecú y otras, constituye un color pardo que no necesita mordiente alguno. La misma propiedad que los mordientes en tintorería, presentan los jabones resinosos precipitados sobre la fibra vegetal, como se observa, por ejemplo, en la fabricación del papel. Esta analogía entre el curtido y el tinte es susceptible de dar todavía frutos muy provechosos, dando ocasión al descubrimiento de nuevos medios de curtido que sustituyan ó se asocien á los ya conocidos. La teoría no puede, sin embargo, decir nada *à priori* acerca de si una piel preparada por un nuevo procedimiento ha de responder á todas las exigencias del uso, ó, por el contrario, manifestarse tenaz, dura y frágil; esto sólo puede decidirlo la práctica. En efecto: las mismas cortezas curtientes conocidas actúan de muy diverso modo sobre la piel, y las propiedades que ésta adquiere son diversas en cada caso, por más que sea siempre el tanino el elemento principal é irreemplazable en todas ellas. La forma más conveniente en la práctica es la que proporciona la corteza de roble joven, cuya recolección tiene una importancia considerable en la economía forestal, y constituye en varias comarcas una fuente importante de riqueza.

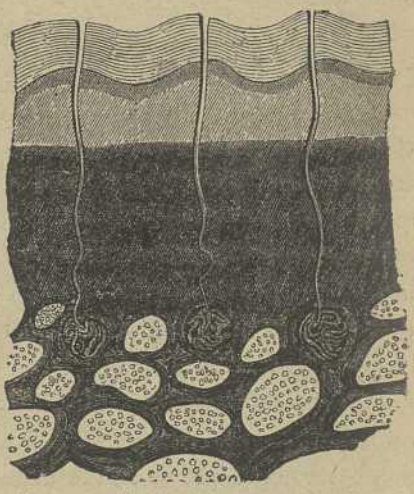


FIG. 374.—Piel animal en corte y aumentada.

Entre el tanino y la piel animal existe una relación especial; un pedazo de esta última, suspendido en un cocimiento de corteza de roble, de nuez de agallas, etc., atrae rápidamente todo el tanino contenido en el líquido, y no lo suelta aun después de cocerse la piel, convirtiéndola en cola; cuando se mezcla una disolución de tanino con otra de cola animal, se precipita ésta instantáneamente, combinada químicamente con el tanino, que pierde también, en tal estado, su solubilidad en el agua. Con el conocimiento de estos hechos generales podemos ahora penetrar en el estudio de los procedimientos particulares de curtido, considerando primero, entre ellos, los que han partido de puntos de vista generales y sirven de lazo de unión entre todos los demás, que sólo se emplean en casos aislados: nos referimos al curtido en rojo y en blanco.

CURTIDO EN ROJO

Se aplica principalmente, como es sabido, á las pieles de vaca y ternera, aunque también á las de caballo, y alguna vez á las de carnero. El cuero curtido por estos procedimientos es el más duradero; y lo es tanto más, cuanto más lentamente tiene lugar su preparación; es decir, cuanto más tiempo permanece la piel en los estanques ó cubas.

Toda clase de curtido tiene que ser precedido, como es natural, de una limpieza todo lo completa posible de la piel primitiva, eliminando la carne, sangre, grasa, pelos, epidermis y demás sustancias extrañas. La primera operación es la loción en agua, bien dentro de barreños *ad hoc*, ó bien mejor en agua corriente; y esta loción debe ser naturalmente mucho más profunda cuando se trata de artículos comerciales que están ya salados y secos, que cuando se trata de pieles que se llevan á curtir en estado fresco. Para este objeto se sujeta la piel, de modo que la dirección de los pelos sea precisamente opuesta á la de la corriente, con objeto de que el agua actúe con toda la fuerza posible sobre la superficie de la piel. Esta loción puede exigir de dos á diez días, según que las pieles sean frescas ó secas, flojas ó fuertes, y según que sea en verano ó en invierno, y nunca se termina de una vez, sino que se sacan varias veces las pieles del agua, se renueva ésta cuando la operación se practica en cubos, se dejan escurrir, se baten por medio de pilones, ó entre cilindros, haciendo salir por la presión la sangre, grasa y demás impurezas, y se sumergen de nuevo en el agua. La loción se abrevia considerablemente, alternándola con esas otras labores; y esto es de interés, pues el contacto demasiado prolongado con el agua sería perjudicial para las propiedades del cuero. Las pieles, convenientemente lavadas y esponjadas, se ponen en el caballete de raer para que reciban por la cara interna, ó sea la de la carne, la acción de los cuchillos raedores. Dicho caballete es inclinado, y sólo tiene dos pies en un extremo (fig. 375). La superficie superior, como se ve también en la fig. 376, es redondeada, y el cuchillo, que tiene dos mangos y se coge con ambas manos, tiene también la hoja y el corte formando una curvatura, correspondiente á la de aquél. El operario lleva su cuchillo sobre la piel desde arriba hacia abajo, y con una presión bastante fuerte, de modo que arrastre

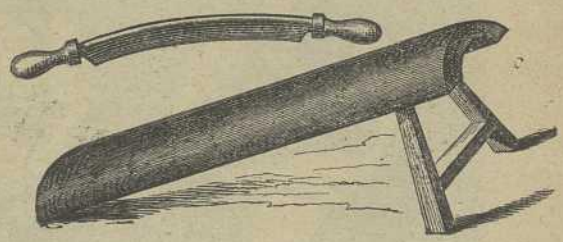


FIG. 375.—Caballete y cuchilla para raer las pieles.

tanto las materias líquidas ó semilíquidas como los residuos de carne, tejido adiposo y demás sustancias extrañas.

Después de esta labor de la cara interna, sigue otra análoga por la cara externa, para quitar los pelos, granos, etc., ó más bien primero una labor preparatoria para este objeto, pues los pelos y la epidermis no cederían al cuchillo en la piel fresca, y para esto tienen que ser previamente ablandados y hechos

FIG. 376.—Manera de operar sobre el caballete de raer.

más finos y tiernos. Los pelos no deben rasgarse por el cuchillo, sino que es necesario que por medio de él sean extraídos de las cavidades que ocupan; pues si fueran simplemente cortados, dejarían en la piel las raíces, lo que no es conveniente para el aspecto de un buen cuero. Para hacer posible esta extracción es indispensable el esponjamiento previo de la piel entera y el ablandamiento del pelo mismo. Con tal objeto se han propuesto, en número bastante crecido, procedimientos y sustancias por cuya acción se produce un principio de corrosión ó de putrefacción; otras veces se obtiene el mismo resultado por el

simple humedecimiento de la epidermis y de las raíces de los pelos. De todos modos, esta parte del curtido exige mucha atención, que nunca resultará superflua, pues todos los medios propuestos para pelar consisten en acciones desorganizadoras, que pueden también extenderse á la piel misma si son demasiado enérgicas ó se prolonga su influencia mucho tiempo. El procedimiento más antiguo, que todavía se usa hoy, aunque en mejores condiciones que antes, es el de la cal, que consiste en ablandar la piel en una lechada de cal dentro de cubas ó estanques, llamadas pelambres. Las pieles permanecen en este baño, según su grueso, de catorce á veintiún días, siendo entretanto trabajadas de tiempo en tiempo hasta que se llega al resultado apetecido, es decir, que los pelos se desprendan fácilmente; se comienza por lechadas débiles, ó sea que contienen poca cal, y se va pasando gradualmente á otros baños, cada vez más fuertes. Si se añade á la cal cierta cantidad de cenizas, se origina, como sucede en la fabricación de jabones, potasa cáustica, que hace el baño más activo. Más enérgica es todavía, y sólo tolerable por algunas horas, la acción de la cal que ha servido para la purificación del gas del alumbrado, por contener sulfuro y cianuro de calcio, que son dos poderosos destructores del cabello. Por otra parte, la cal produce también un desengrasado de la piel, toda vez que forma un jabón que, aunque es insoluble en agua, se separa después en las operaciones mecánicas ulteriores. Para eliminar la cal, que perjudicaría la piel si permaneciera en ella un gran obstáculo para la acción de la materia curtiente, ó sea el tanino, y daría por resultado un cuero muy quebradizo y duro, se ponían antes las pieles seis ú ocho días en estiércol de paloma, de gallina ó de perro, con lo que la cal se transformaba en sales cálcicas solubles. Actualmente se suele separar la cal por medio de ácidos diluídos (clorhídrico); por lo demás, la cal no se emplea en general sino para las pieles delgadas, prefiriéndose la resudación para las pieles gruesas, en las que la cal profundizaría demasiado.

A veces la extracción del pelo se practica por un procedimiento completamente opuesto desde el punto de vista químico, puesto que en él se hace uso de los ácidos, lo que es sin duda más costoso, pero en cambio es también menos peligroso para la piel; los calmucos y tártaros echan mano de la leche agria para pelar las pieles. Los curtidores alemanes hacen en tinos, que desprenden un olor fétido, una especie de sopas con sémola de cebada ó salvado de trigo, levadura y agua caliente, en la que introducen las pieles, que van pasando de unas á otras sopas, cada vez más fuertes, al mismo tiempo que las soban bien hasta que desprendan los pelos. En este caso las sustancias activas son los ácidos láctico y butírico, originados por fermentación.

Para la *resudación* se colocan las pieles húmedas por capas en cavidades que se pueden cerrar, ó en cajas (especie de estufas), de modo que siempre se apliquen entre sí las caras internas, ó bien se las suspende simplemente en

cámaras templadas á un calor suave. Se suele originar una débil fermentación pútrida, que puede graduarse echando sal común sobre la cara interna de la piel. En efecto; la putrefacción sólo debe prolongarse lo necesario para el esponjamiento de las raíces de los pelos y de la epidermis, y para ello se revisan las pieles por lo menos dos veces al día, y se van separando las que han desprendido ya el pelo.

Los dos procedimientos más modernos, de *resudación por el vapor y en frío*, son los que ofrecen menos peligro para el cuero. En el primero se colocan ó suspenden las pieles en cámaras ó cajas bien cerradas, en las que se hace entrar por la parte inferior vapor, en la medida conveniente para que la temperatura interna se mantenga uniformemente de unos 20 á 27° centígrados. La graduación de la entrada del vapor es aquí una condición capital, pues se obtendría cola, en lugar de cuero, si el vapor penetrara en cantidad tan excesiva que depositara sobre las pieles agua á la temperatura de ebullición.

La *resudación en frío*, procedimiento americano, según parece, consiste en dejar suspendidas las pieles largo tiempo (de seis á doce días, según el espesor), en un aire húmedo y á una temperatura lo más uniforme posible, entre 6 y 12° centígrados. Una vez preparadas las pieles por uno ú otro procedimiento para la extracción del pelo, se verifica esta labor sobre el caballete, y con un cuchillo romo adecuado al objeto, que separan también, con el pelo, los restos de la epidermis, dejando sólo una capa que cubre inmediatamente el cuero, y que por su aspecto especial rugoso se llama la *cicatriz*.

Las pieles peladas y lavadas se raspan todavía sobre el caballete, colocándose con la cara interna hacia arriba, quitándoles todo resto de fibra muscular ó tejido adiposo que aún tuviesen adherido, por medio de unos instrumentos especiales, que consisten en unos cuchillos de acero con dos mangos y un filo muy agudo y rectilíneo, cuya hoja se aplica sobre la piel y se hace pasar en todas direcciones por encima de ésta, produciendo un efecto análogo al de las navajas de afeitar. Cuando se observan en el grueso de la piel desigualdades, se hace también uso de la piedra pómez.

Estas pieles, purificadas ya por completo, blancas y bien lisas, se llaman desnudas. Antes de ponerlas en contacto con las materias curtientes, se las somete todavía, por lo general, á una nueva preparación, el *hinchado*, que ahueca y esponja toda la masa del cuero, de modo que sea más fácil el acceso del tanino al interior y que la piel pueda absorber mayor cantidad de él. Como medios para esta operación sirven principalmente las sustancias que, concentradas, disolverían el tejido conectivo, pero diluídas en una gran cantidad de agua se limitan á hincharle; como ejemplo de tales sustancias citaremos los álcalis (la sosa, potasa, etc.); los ácidos, como el sulfúrico (una parte de éste en 1.000 de agua), el clorhídrico, el vinagre, las sopas agrias ya citadas, los líquidos de curtir fermentados, etc.

Pero esta última operación tiene todavía mayor importancia por otros conceptos. Las pieles desnudas en los líquidos destinados á ella van perdiendo poco á poco su natural flexibilidad, dilatabilidad y lisura por efecto del esponjamiento de las fibras, adquiriendo una condición elástica, semejante á la del cautchuc, que subsiste hasta en los cueros ya elaborados; de manera que éstos se distinguen por dichas propiedades, de los que no han sufrido previamente el citado esponjamiento.

Después de todas estas preparaciones están ya, por último, las pieles dispuestas para el verdadero proceso curtiente, ó sea la incorporación del tanino. Entre las muchas partes vegetales que lo contienen, ocupa el primer lugar, y da los mejores resultados, como ya hemos dicho, la corteza de roble joven; la nuez de agallas no puede tomarse en consideración en el curtido ordinario, por virtud de su elevado precio. Entre las demás drogas que contienen tanino, y que proceden de países más ó menos lejanos, se distinguen por su riqueza: el *catecú*, ó extracto seco de una acacia de la India, que contiene dos veces y media más tanino que la nuez de agallas, y cinco veces más que la corteza de roble, siendo su acción más rápida que la de estos productos en la misma proporción, á pesar de lo cual no puede suministrar por sí sola un cuero de buenas condiciones; el *zumaque*, esto es, las hojas y ramas del *Rhus coriaria*, ó árbol de los curtidores, secas y pulverizadas, que sirven casi exclusivamente para el curtido marroquí ó del tafilete; el *dividivi*, una silícua sudamericana, y otros varios productos del reino vegetal, de alguno de los cuales hemos hecho ya mención. Pero la aplicación de estas sustancias exóticas no está sólo determinada por su precio y su riqueza en tanino, sino también por su manera especial de actuar sobre la piel animal, pues casi puede decirse que en cada planta presenta el tanino una constitución diferente, y no siempre basta su unión con la piel para obtener un cuero de cualidades aceptables. En efecto; el principio activo contenido en las diferentes partes vegetales usadas para curtir, y llamado ordinariamente tanino ó ácido tánico, no es en modo alguno una especie química bien definida y de propiedades constantes; puede, por el contrario, hacerse distinción de un número bastante considerable de diversos taninos, algunos de los cuales existen, sin embargo, en diferentes plantas. El representante principal de estos taninos, que se distinguen entre sí por ciertas propiedades, es el ácido *gallotánico*, ó digállico de los químicos, es decir, el anhidrido del ácido *agállico*. Esta clase de tanino es el componente principal de las diversas variedades de nuez de agallas. El tanino de la corteza de roble es diferente del anterior, pues por la acción de los ácidos diluídos da un líquido de color rojo, mientras que el ácido gallotánico en estas condiciones da ácido agállico incoloro. El tanino del catecú, el de la corteza de quina, el del café, el del castaño, etc., son otras variedades de ácido tánico, todas las cuales poseen la propiedad de precipitar la cola animal de sus disoluciones.

El curtido, según el procedimiento en uso desde largo tiempo, consiste en tener primero las pieles durante algunos días en unos líquidos con una pequeña cantidad de *casca*, ó sea la corteza de roble pulverizada, donde adquieren un color amarillo rojizo, y después se llevan á unos pocillos ó estanques, llamados *noques*, donde se ponen las pieles, alternando con capas de *casca* de unos 30 milímetros de espesor hasta llenar el estanque, lo cual exige, según los casos, desde 70 ú 80 hasta 600 pieles. Encima de todo se pone una capa más gruesa de *casca* ya usada, y después se añade agua, ó bien líquido procedente de otra operación, hasta que se llene por completo el estanque, en cuyo caso se tapa con tablas y se deja en reposo. El tanino se disuelve en el agua y penetra disuelto en el interior de las pieles; pero esto no tiene lugar sino muy lentamente. Después de cuatro, seis ú ocho semanas, la casca se ha agotado por completo, sin que por esto hayan absorbido las pieles bastante tanino para que queden suficientemente curtidas. Se procede, por consiguiente, á una segunda carga, para lo cual se vacía el estanque, se limpian las pieles con cuidado de los restos de la casca usada, y se colocan de nuevo con capas de casca fresca en un orden inverso al anterior, de modo que la piel que estaba antes encima de todas venga á quedar ahora en la parte inferior. El número de veces que ha de repetirse esta operación y la duración de ella (de tres á cuatro meses lo menos), depende de la clase de las pieles. La piel de búfalo gruesa exige, como es natural, mayor duración, así como que se renueve con más frecuencia la casca, mientras que las pieles de vaca, ternera, etc., tienen bastante con tres á cinco meses; en algunos casos se prolonga esta operación hasta por dos años. La prueba terminal se hace cortando el cuero; cuando el baño no ha penetrado por completo en él, se manifiesta en el centro del espesor una capa blanca. Para curtir un kilogramo de piel se calculan de cuatro á diez kilogramos de corteza de roble, según su calidad, y la cantidad de esta materia cedida á la piel es más considerable de lo que pudiera creerse, pues el cuero, después de seco, pesa próximamente una tercera parte más que la piel en su estado natural. De los otros medios curtientes se necesitan cantidades muy variables para producir el mismo efecto, según su riqueza en tanino; así, por ejemplo, para curtir completamente un kilogramo de piel son necesarios: 10 kilogramos de hojas de roble de Mayo, ó 18 de corteza de aliso; otro tanto de corteza de boj; 10 de corteza de fresno; 10 de corteza de álamo; ocho de corteza de pino, de arce, de acacia, de olmo, de avellano, unos tres, no más, de corteza de nogal, una pequeña cantidad de zumaque, y kilogramo y medio de nuez de agallas.

Se comprende, por las breves noticias que anteceden, cuánto derroche de tiempo, capital y sitio se exigía para la preparación de cueros, según los antiguos procedimientos; es, pues, natural que la industria moderna haya puesto en juego todos sus recursos para sustituirlos por otros menos largos y peno-

sos y más acelerados. Pero todas las modificaciones introducidas con tal objeto se fundan en la idea de emplear, en lugar de la casca, un extracto acuoso de ella, que después se procura, por uno ú otro medio, hacer penetrar en la piel lo más rápida y completamente posible. Con esto es indudable que se economiza mucho tiempo, y hasta mucha casca; y de aquí que este procedimiento rápido sería cosa muy grata á los ojos de los curtidores, si no fuera por los recelos que inspira á los consumidores.

Con arreglo al llamado *curtido rápido*, se extraen con agua las materias curtientes ó que contienen el tanino; el extracto obtenido se distribuye en varios estanques, y se mezcla con agua en proporción cada vez menor. Las pieles se introducen primero en los líquidos menos concentrados, pues si se comenzara por los más concentrados, no se curtirían más que en la superficie, y el cuero constituído en ésta impediría que el líquido curtiente llegara á la parte interna de la piel, que permanecería inalterable. Pasando las pieles por toda la serie de los estanques, y deteniéndose algún tiempo en cada uno de ellos, adquieren gradualmente un curtido perfecto, y esto sólo en un plazo de cuatro á ocho semanas para las pieles de toro, de tres á seis para las de vaca y caballo, y de no más que ocho días para las de ternera, cuyo resultado compensa abundantemente el aumento de trabajo. No es raro tampoco, sobre todo en la fabricación del cuero fuerte, el empleo de un procedimiento mixto, en el que las pieles, después de ser tratadas con los líquidos que contienen extracto de casca, se dejan todavía en estanques, puestas en capas alternativas con nueva casca para que se complete en la forma ordinaria el curtido.

Durante su permanencia dentro de los líquidos curtientes deben ser golpeadas y batidas activamente las pieles, para que sea más rápida la absorción. Además, la práctica ha demostrado que es también un gran medio para acelerar el resultado final sacar con frecuencia las pieles del baño, teniéndolas suspendidas algún tiempo; la extensión que sufren por la acción de su propio peso ensancha sus poros, á través de los cuales se difunde rápidamente el líquido que las empapa, quedando así en disposición de absorber rápidamente nuevas cantidades de él. Para obtener esta inmersión alternativa se han ideado también máquinas giratorias, de modo que las pieles formen, por ejemplo, una cadena sin fin, y penetren en el líquido á la manera de las aspas de una rueda. También se emplean mecanismos agitadores, batidores y compresores, y otros que agujerean finamente las pieles para ofrecer mayor facilidad al paso del tanino; por último, se hace uso asimismo de la presión hidrostática, extendiendo cada una de las pieles sobre un lecho de serrín, de tal modo que forme una especie de hueco semicilíndrico que se llena con el líquido curtiente, ó bien uniendo cada dos pieles en forma de saco, que se llena con el expresado líquido y se cuelga hasta que se haya completado el curtido.

Otros han propuesto enrarecer por medio de la máquina neumática la atmósfera interior de un cilindro, sobre el que se ponen previamente las pieles que se quiere curtir, haciendo después pasar á través de ellas el líquido curtiente, mientras se hace girar el cilindro, por cuyo medio se obtendría el cuero, completamente hecho, en dos, ó á lo más en cuatro semanas.

Pero prescindiendo de la calidad de los productos así obtenidos, es fácil comprender que manipulaciones como las indicadas en las anteriores líneas deben ser aplicables sólo á la elaboración en grande. En cambio ha adquirido modernamente gran éxito el llamado *cuero al cromo*, cuya preparación es muy sencilla. Las pieles, después de esponjadas, se colocan en una disolución acuosa de bicromato potásico, alumbre (ó sulfato de alúmina) y cloruro sódico, después de haberlas tenido previamente en una disolución de alumbre al 5 ó 10 por 100, adicionada con limaduras de cinc. Cuando las pieles han permanecido algunos días en la disolución de bicromato, se suele añadir un 1 por 100 de ferrocianuro potásico (prusiato amarillo de potasa). Este cuero al cromo tiene fama de ser completamente impermeable, sumamente flexible y duradero, al mismo tiempo que su preparación es más barata que la del cuero ordinario.

Por lo demás, no puede afirmarse desde luego que lo defectuoso del producto suministrado generalmente por la fabricación rápida de los cueros, sea consecuencia del procedimiento mismo; cuando se efectúa la elaboración cuidadosamente, puede obtenerse también por dicho modo un cuero intachable, y por otra parte casi todas las grandes tenerías han tomado algo de estos procedimientos modernos; así, por ejemplo, las pieles de vaca se curten en su mayor parte con líquidos preparados exprofeso.

El cuero curtido tiene aún que sufrir algunas manipulaciones, que constituyen lo que se llama *apresto*. Los cueros fuertes son sólo lavados, desecados al aire en la sombra ó en recintos suavemente calientes, y, por último, trabajados á mazo ó prensa antes de que estén secos por completo, para comunicarles tenacidad y un espesor homogéneo. En Francia, particularmente, se practican estas operaciones por medio de máquinas batidoras especiales, construídas según el principio del martillo de vapor de Nasmyth, y á esta clase de tratamiento deben también en parte sus buenas cualidades los cueros fuertes franceses, si bien influyen principalmente en ellas la cuidadosa elección de las pieles y los procedimientos racionales de curtido que se emplean al efecto. El tratamiento de las pieles finas no es tan sencillo. Por una parte es preciso comunicarles la mayor flexibilidad posible, y por otra hay que procurar un aspecto agradable á la película exterior ó cicatriz, que por la desecación suele hacerse irregular. Primeramente se elabora la cara interna del cuero sobre un caballete análogo al empleado para pelar las pieles, con la única diferencia de que su superficie no es abovedada, sino plana. Sobre este caballete

se monda dicha superficie por medio de un cuchillo especial, que consta de una hoja grande con dos mangos y dos filos rectilíneos. Los cortes de este cuchillo se hallan algo cubiertos lateralmente por una cuña, de modo que presentan libre una arista á bisel, con la que ejercen una acción raspadora. Mediante esta acción, no sólo adquiere un aspecto más uniforme la cara interna del cuero, sino que se iguala el espesor de éste en los diferentes puntos, pues el cuchillo arrastra más ó menos masa, según la forma de esa superficie. Cuando es necesario llevar más adelante la igualación de este espesor, adelgazando el cuero en casi toda su extensión, se hace uso de un procedimiento, que consiste en extender el cuero en un marco, con el cual se suspende, y mientras con una mano se estira para mantenerlo tenso, con la otra se hace pasar sobre la cara interna de la piel, cubierta con creta en polvo, un instrumento cortante, llamado disco aplanador (figuras 377 y 378), que consiste en un disco circular de acero, grueso en el centro, que va adelgazando hacia los bordes hasta terminar en un filo agudo por todo alrededor, y que lleva en el centro un orificio forrado de cuero, y que sirve para cogerle. En ciertos casos se adopta, en lugar del disco, el llamado cuchillo aplanador, que no representa más que la mitad de aquel corte anular, y que lleva encima un mango en forma de horquilla que, cuando se usa el cuchillo, viene á apoyarse sobre las espaldas.

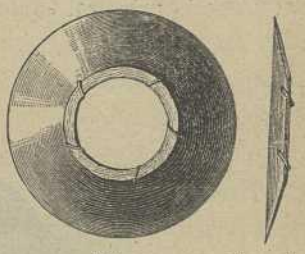


FIG 377. FIG. 378.
Disco aplanador.

El *engrasado* necesario para que el cuero curtido adquiera flexibilidad, se practica por lo general al comienzo del apresto, é inmediatamente después del aplanado, extendiendo sobre las pieles húmedas grasa de ballena, ó una mezcla de ella con sebo caliente, y suspendiendo después las pieles para que se sequen, con lo cual va penetrando la grasa en el cuero á medida que se evapora el agua. A veces se practica después una segunda frotación con grasa, luego que se ha elaborado la cara externa del cuero. Esta elaboración es diversa, según que la película ó cicatriz haya de adquirir el aspecto de un menudo rizado ó plegado, ó bien que haya de quedar lisa. En el primer caso se someten los cueros al encrespado. El sencillo instrumento que sirve para este objeto se llama *peine* (figuras 379 y 380), y recuerda, por su forma y manejo, los que se emplean para la limpia de los caballos, pues sólo consiste en un trozo de madera, cuya superficie inferior está débilmente encorvada y atravesada transversalmente por entalladuras más ó menos profundas, mientras la otra cara tiene sujeta una correa para introducir por ella la mano. Extendido el cuero sobre una mesa, con la cicatriz hacia arriba, se

FIG. 379. FIG. 380.
Peine de encrespar.

clava fuertemente por un lado al borde de la mesa, y por el otro lado se dobla un trozo de piel, de modo que se apliquen las caras externas entre sí; se coloca el peine sobre la porción plegada y se mueve lateralmente á uno y otro lado, levantándolo de tiempo en tiempo para seguir doblando la piel, como indica la fig. 381. Sobre el aspecto de la cara externa del cuero tiene también influencia la mayor ó menor profundidad de las entalladuras del peine. Las pieles finas se crespan sólo una vez; pero las gruesas generalmente tres veces, unas dobladas por las caras externas, otras dobladas por las caras internas, y la tercera como la primera. Cuando, por el contrario, se quiere dar un aspecto liso

FIG. 381.—Sistema francés de encrespado.

á la superficie, en lugar del crespado se frota la piel, extendida y húmeda sobre una mesa, con una especie de regla de hierro, que se conduce apretando desde el centro hacia los bordes, hasta que quede alisada toda la superficie, frotándola algo todavía con una piedra pómez. El cuero para sillas se suele alisar de un modo especial por medio de unos cilindros de vidrio. Otras clases de cueros, á los que después de crespados se les quiere dar mejor aspecto, sufren una nueva operación, consistente en frotarlos con corcho, estando la piel sobre una mesa lisa.

Muchos cueros se llevan ya á la venta después de los diferentes tratamientos indicados, y aun otros sin todos ellos, mientras que hay algunos que todavía sufren nuevas operaciones. Hoy se suelen dividir las pieles gruesas, antes de estar curtidas por completo, y por medio de máquinas apropiadas, en hojas más finas, que después se acaban de curtir y constituyen pieles de primera

calidad, sumamente flexibles. También para la aplicación de barnices y lacas se adoptan con preferencia estas pieles divididas, pues las superficies que se producen artificialmente se prestan, por lo general, mejor que las naturales, para fijar dichas lacas y barnices. Las mismas pieles de carnero y cabra se suelen dividir, y las hojas, sumamente finas, que proporcionan, se emplean en la guantería, encuadernación, etc.

Estas máquinas, que realizan una cosa que parece casi imposible á primera vista, haciendo de una piel, ya muy fina, dos, sin agujerearlas, son naturalmente aparatos cuya labor tiene que ser muy exacta. Tienen dos cilindros, que se ponen entre sí á una distancia exactamente igual al espesor de la piel que deben comprender, y girando en sentido opuesto, van presentando poco á poco su canto ante el filo de un cuchillo muy cortante, que se mueve rápidamente á uno y otro lado dentro de la misma piel que corta; las dos láminas en que ésta queda dividida, van siendo recogidas, la una por encima y la otra por debajo del cuchillo. Uno de los cilindros consta de varias piezas, que pueden desviarse con independencia, de tal modo que cuando se presenta en la piel un trozo más grueso, aumenta en el punto correspondiente la distancia entre los cilindros de un modo automático, y sin que la operación sufra por este motivo el menor tropiezo. Una piel pequeña de carnero, por ejemplo, queda dividida por la máquina en unos dos minutos, durante cuyo tiempo el cuchillo va y viene de dos á tres mil veces dentro de ella. Las pieles finas destinadas á la fabricación del calzado, se colorean en negro por la cara interna, frotándolas con una disolución de tanino, otra de hierro y algo de sulfato cúprico; después son estiradas, crespadas, alisadas, frotadas con corcho, y, por último, con una pasta compuesta de esperma de ballena, sebo, negro de humo, cera, jabón y sulfato ferroso. Finalmente, se tratan dichos cueros con una mezcla de sebo y agua de cola, y se frotan con un trozo de vidrio bien liso y un poco convexo.

La conocida piel de Rusia, que hoy se imita también mucho, está curtida con corteza de sauce, que se cuece con agua; las pieles, peladas y preparadas como de ordinario, se sumergen en la decocción todavía caliente, y se baten dos veces al día por espacio de una media hora; estas operaciones se repiten durante dos semanas. Después se les da color rojo ó negro, y se impregnan con brea de abedul por la cara interna, con lo que adquieren el olor característico, engrasándolas, por último, con esperma de ballena. También se curten con cocimientos de corteza de sauce los cueros de guantes daneses, preparados con pieles de cordero, cabra y reno. Para el cordobán y otros cueros finos de color se emplea, por lo general, como materia curtiente, el zumaque y la nuez de agallas; las pieles delgadas absorben con tanta facilidad el tanino, que la operación del curtido no dura más que algunas horas. Pero para asegurarse de que la absorción es uniforme, se procede de la manera siguiente:

las pieles, desnudas y húmedas, se cosen de modo que cada una forme un saco con una pequeña abertura. Estos sacos se llenan con una disolución concentrada de extracto de zumaque. Se sopla fuertemente por la boca, hasta que desaparezca todo pliegue en la piel, y se cierra entonces la boca, atándola muy apretada con torzal. Estos cuerpos, en forma de vejigas, se arrojan á unos tinos grandes y planos, que contienen agua caliente con un poco de extracto de zumaque, y cuando han pasado en ellos cosa de tres horas, agitándolos continuamente, queda terminado por completo el curtido.

CURTIDO EN BLANCO

Esta clase de curtido es la más sencilla, pero al mismo tiempo la que exige mayor cuidado, y entraña naturalmente, como primera parte, la limpieza y pelamen de las pieles, ó sea la preparación de las llamadas desnudas, para lo que se emplea, por lo general, los mismos medios de que ya hemos hablado. Sin embargo, con las pieles de carnero y otras, cuyos pelos tienen algún valor en venta, hay que cuidar de que el pelo ó lana no se ensucie; por tanto, no se les da cal más que por la cara interna, después de lavadas y esponjadas, se estiran todas las pieles juntas, y se ponen, aplicadas dos á dos por su cara interna, formando un montón, que se abandona durante algunos días hasta que se desprendan los pelos, lo que se favorece frotándolas suavemente con un cuchillo de madera. En los casos en que así conviene, se combina con esta operación la del prensado de las pieles para separar el exceso de grasa. En el curtido en blanco, la eliminación de la grasa es una condición capital, y por esto se colocan todavía todas las pieles, después de peladas, en una lejía de cal, y luego se lavan, se limpian de todo residuo adherente por medio de la frotación, se alisan con cuchillos romos sobre el banco destinado á esta operación, repitiendo todo esto hasta que quedan libres en lo posible de toda materia extraña, inclusa la grasa y la cal. Esta última es eliminada por completo por medio de los baños ácidos obtenidos por fermentación de una masa harinosa. Una vez extraídas las pieles de estos baños, y después de bien lavadas y escurridas, se sumergen en los líquidos curtientes, se sacan de éstos de tiempo en tiempo, se extienden húmedas en capas superpuestas, dejándolas así durante un día para que se termine la acción del medio que las impregna, y, finalmente, se cuelgan para que escurran y se sequen. El líquido curtiente consiste en una disolución que contiene alumbre y sal común en ciertas proporciones con agua caliente. La alúmina del alumbre es aquí la materia activa, pues forma con la fibra animal una combinación, de un modo análogo á lo que sucede cuando se la emplea como mordiente para la estampación de colores. La adición de sal común tiene únicamente por objeto convertir el sulfato alu-

mínico del alumbre en cloruro alumínico, que es más apropiado que el primero para producir el efecto que se persigue. El curtido en blanco podría, pues, practicarse sencillamente con el acetato alumínico por sí sólo, cuya sal se usa en efecto algunas veces.

El apresto de las pieles trabados por dicho procedimiento, consiste en estirar los cueros, que con este fin se humedecen ligeramente sobre los bordes de una plancha semicircular, con objeto de quitarles las desigualdades, para lo que también se frota otras veces la cara interna con el disco alisador ó con piedra pómez.

Para fabricar las pieles de guantes *glacées*, que, como es sabido, tienen que ser muy dilatables, se hace uso, además del baño de alumbre, de cierto engrasado. Con tal objeto se vierte en dicho baño harina de trigo y yema de huevo, mezclándose todo hasta constituir como un jarabe, en el que se bate la piel, dejándola sumergida en él durante un día. La yema de huevo actúa en este caso, prestando el aceite que contiene, y que para las clases inferiores de estos cueros puede reemplazarse por el aceite de olivas. También se utilizan con el mismo objeto las pieles de cabritos de leche. Las pieles con pelo se trabajan solamente por la cara interna, con ayuda de grasas, baños de salvado, alumbre y sal, de tal manera que no se altere la fijeza del pelo.

CURTIDO DE GAMUZA

Este procedimiento, que, como es sabido, se aplica generalmente á la piel de cabra, y suministra las clases más blandas de cuero, se caracteriza por no emplearse en él sustancia alguna curtiente, sino que, en lugar de esto, se impregna íntimamente la piel con esperma de ballena ó un aceite. Las operaciones preliminares de pelado, esponjado, etc., se practican lo mismo que en el curtido en blanco; sólo que para la gamuza se alisan por completo las dos caras, que se obtienen igualmente blandas. Las pieles, todavía húmedas, procedentes del baño de esponjamiento, se colocan superpuestas sobre una mesa, inyectando entre ellas aceite, que se extiende con las manos. Cada cuatro de estas pieles se arrollan, formando una bola, de las que se llevan varias docenas á un molino de batanes, donde son batidas durante tres ó cuatro horas. Esta misma operación se repite hasta que las pieles no admitan ya más aceite. La piel de ciervo admite hasta doce veces dicha operación cuando su espesor es bastante grande. Para que el aceite se una á la fibra animal de un modo duradero, hay que someter las pieles á una especie de fermentación, para lo cual se las amontona en un local caliente. Bien pronto se manifiesta un desprendimiento interior de calor, que hay que vigilar cuidadosamente para evitar que se haga demasiado intenso, separando de vez en cuando las pieles entre sí,

para agruparlas de nuevo cuando se hayan enfriado. Entretanto van adquiriendo gradualmente un color amarillo, y se reconoce que la operación ha terminado cuando este color alcanza cierto matiz, en cuyo caso se separa la grasa excesiva por loción con una disolución de posata, y se practican con el cuero las últimas operaciones de apresto.

FABRICACIÓN DE LA COLA

El estudio del curtido nos conduce de un modo tan natural á la fabricación de la cola, que no queremos desaprovechar la ocasión de consagrar á este asunto siquiera algunas líneas. El que quiera adquirir el conocimiento de esta preparación por medio de un ejemplo sencillo é interesante, no tiene más que tomar en una tenería una piel desnuda, bien preparada, de buey ó de vaca vieja, que, si es posible, no haya sido sometida á la acción de la cal, pues esta sustancia es un enemigo oculto de la cola; cortar dicha piel en pequeñas porciones y cocer éstas con agua en baño de María ó de vapor, con sólo lo cual verá en corto tiempo transformada en una hermosa cola clara la mayor parte de la materia que formaba la piel. Pero el fabricante no puede operar con tanto lujo, sino que tiene que aprovechar para su objeto toda clase de desperdicios, tendones, ligamentos, intestinos, etc., que le suministran las carnicerías y mataderos. También entran en este grupo de primeras materias las recortaduras de pieles de conejo, de perro y de liebre que se desperdician en las sombrererías, las cuales no dan, sin embargo, más que una cola inferior, llamada de pergamino. Como se comprende, todas estas sustancias entran con gran facilidad en putrefacción, y, por tanto, hay que someterlas á ciertas operaciones preservadoras cuando no pueden sufrir inmediatamente la elaboración á que se destinan; pero á pesar de todo, las fábricas de cola se dejan reconocer desde lejos, sin necesidad de letreros que las anuncien. Lo primero que se hace con los citados materiales en dichas fábricas, es sumergirlos en una débil lechada de cal; cuando se han impregnado suficientemente de ésta, se lavan repetidas veces, y con agua abundante, con objeto de eliminar en lo posible la cal adherida, y se extienden después sobre terrazas de piedra, ó bien encima de bandejas de mimbre, revolviendo la masa con frecuencia. Bajo la influencia del aire se transforma la cal viva que pudiera todavía quedar interpuesta, en carbonato cálcico, que ya no tiene acción perjudicial sobre la cola.

Antes de entrar más de lleno en la fabricación de este producto, séanos permitido anticipar algunas ideas acerca de la naturaleza química de la sustancia que lo forma. Lo que nosotros llamamos cola no existe como tal en el cuerpo de los animales, sino que se origina de la llamada sustancia gelatígena (contenida en la piel, tendones, y, en general, en toda clase de ligamentos, car-

tílagos y huesos) por la cocción prolongada con agua ó vapor de ella. De tal modo se forma siempre un líquido, que parece claro mientras está todavía caliente, pero al enfriarse se concreta en una gelatina elástica y muy movible; separando toda el agua, resulta una masa seca, dura, brillante, elástica en pequeños trozos y frágil en los grandes. Esta masa es la que se llama generalmente gelatina, cuando es incolora, y cola cuando tiene un color variable, desde el amarillo al pardo, y debido á la presencia de mayor ó menor cantidad de impurezas. Los químicos hacen, sin embargo, todavía una distinción entre los diferentes tejidos gelatígenos, y también entre los productos obtenidos de ellos por la cocción con agua; así, llaman materia condrógena á la existente en los cartílagos, y que origina la llamada condrina, y materia gelatígena propiamente dicha, ú oseína, á la existente en los huesos, y que da, en las condiciones ya citadas, la llamada gelatina. Los productos comerciales son, por lo común, mezclas de ambas clases de cola, y parece también que, según los tratamientos á que se someten, se originan ciertos estados de transición, poco conocidos todavía, por intermedio de los cuales puede transformarse sucesivamente en gelatina la condrina. La cocción se practica, por lo general, en un aparato análogo al representado en la fig. 382, que consiste esencialmente en una caldera de cobre ó hierro con un fondo convexo por la parte interior y otro encima, provisto de pequeños orificios, que impide que se inflame la materia gelatígena, así como que se obstruya la llave de salida del líquido situada entre ambos. Se llena la caldera con agua y primeras materias, de tal modo que estas últimas formen un montón saliente del líquido; durante el curso de la cocción el montón va descendiendo gradualmente, hasta quedar sumergido por completo. Entretanto se agita la masa de tiempo en tiempo, haciéndola pasar de abajo á arriba, y viceversa, sin suspender la ebullición. Puede comenzarse desde un principio con toda la cantidad de agua necesaria para la extracción, operando de una sola vez; pero es más conveniente fraccionar la operación; es decir, cocer primero la masa con poca agua, extrayendo un primer producto que proporciona la mejor clase de cola, y luego añadir nueva cantidad de agua, obteniendo otra clase inferior. Cuanto más tiempo dura la cocción de la masa, tanto más pierde la cola de su poder aglutinante: de aquí que se hagan pruebas frecuentes con

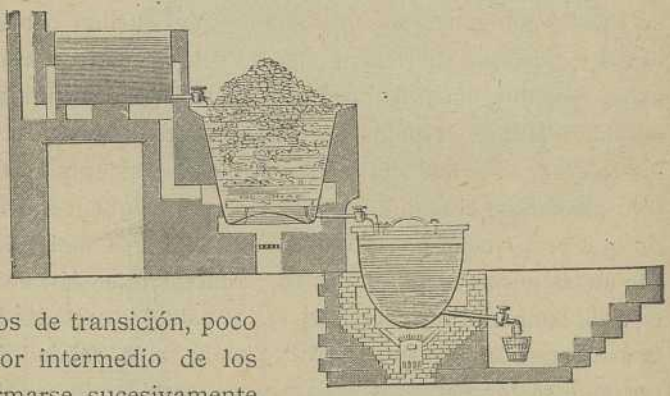


FIG. 282.—Aparato de cocción de la cola.

el líquido, dejándolo enfriar, y cuando por el enfriamiento se convierte en una masa gelatinosa tenaz, se separa el fuego, se deja algún tiempo en reposo el contenido de la caldera, y, por último, se vierte en los moldes. En el aparato que representamos en nuestro dibujo existe otra caldera, situada por bajo de la primera, que está rodeada de agua caliente, y donde el líquido procedente de aquélla puede permanecer todavía fluido un par de horas y ser clarificado. La vasija, representada en la parte más alta, tiene por objeto aprovechar el calor que se pierde del hogar para calentar agua que tener disponible en cualquier momento.

Las primeras materias, ya casi agotadas por dos ó tres decocciones, dan todavía, por una nueva decocción, una cola líquida débil, que puede emplearse directamente; esta cola líquida se suele usar, en vez del agua, para un nuevo tratamiento, ó bien se le puede dar la consistencia necesaria disolviendo en ella las porciones de cola sólida que quedan como residuo en los moldes. En todas las fábricas modernas de cola, particularmente en los importantísimos establecimientos norteamericanos, donde se utilizan para esta industria los abundantes despojos de sus grandes mataderos, no están ya en uso las calderas abiertas, sino exclusivamente calderas cerradas, con lo cual, no sólo disminuye el tiempo de la cocción, sino que se evita también el perjuicio que proporcionan á la vecindad los vapores mal olientes que se desprenden en las primeras. Sin embargo, la excesiva tensión de los vapores y la elevación de temperatura inevitables en las calderas cerradas influyen, lo mismo que la prolongación excesiva de la cocción, en la calidad de la cola. Este inconveniente se combate desde hace poco, empleando, en lugar de las calderas cerradas de hierro, vasijas de cobre para la evaporación en el vacío, análogas á las que se usan en las fábricas de azúcar, por medio de las que, no sólo se adelanta la cocción de primeras materias, sino también la evaporación de los líquidos, y esto á una temperatura y una presión relativamente bajas.

Con objeto de dar forma al producto, se filtra la disolución caliente de gelatina sobre cajas de madera rectangulares, abandonándola en ellas á la solidificación. Estos moldes deben estar colocados en un local todo lo fresco posible, en el que permanecen de doce á dieciocho horas, y después de este tiempo se llevan á la cámara desecadora, donde se desprende el contenido de las paredes por medio de grandes cuchillos, y se extrae invirtiendo los moldes. Los loques de cola sólida se parten entonces por medio de hilos metálicos tensos, primero mediante cortes horizontales en planchas de igual espesor, y después por medio de cortes longitudinales y transversales en tablitas cuadradas, que se colocan sobre telas metálicas ó redes en la cámara desecadora, invirtiéndolas dos ó tres veces al día hasta que queden secas y duras.

La desecación es la parte más delicada de la fabricación de la cola, pues la temperatura del aire y los cambios del tiempo ejercen sobre la masa de cola

todavía blanda, una influencia muy particular. Las tablitas de cola no adquieren nunca toda su dureza, por más que el aire esté seco. De aquí que es preciso terminar la desecación en cámaras especiales, y con auxilio del calor. Finalmente, para dar brillo á las tablitas de cola, se sumergen una á una en agua hirviendo por breves momentos, se frotan rápidamente dentro de ella con una escobilla, y se llevan de nuevo á la cámara desecadora.

La segunda clase de cola animal, que no es tan aglutinante como la de carpinteros, antes estudiada, pero que sirve para otros usos que ésta, es la cola de huesos ó gelatina. La forma más usual de su preparación consiste en desengrasar primeramente los huesos, mediante una fuerte decocción, y después tenerlos largo tiempo en ácido clorhídrico muy diluído, que extrae la cal, dejando sólo el cartílago del hueso, que es una masa elástica y transparente que tiene todavía la primitiva forma de este último. Después se elimina el ácido por loción, y se cuece el resto del mismo modo antedicho, obteniendo una cola clara y completamente incolora. Otro procedimiento consiste en separar los componentes minerales de los órganicos por vapor de agua á alta tensión, después de haber triturado los huesos por medio de molinos, ó mejor máquinas especiales, como la representada en la fig. 383. La cola así obtenida es de una clase inferior, á pesar de lo cual se emplea bastante el procedimiento, por su baratura. Como quiera que, aunque se practique con cuidado la operación, difícilmente puede separarse por completo la grasa de los huesos mediante el vapor, y, por otra parte, la duración excesiva en la acción de éste perjudica á la calidad del producto, hoy se desgrasan los huesos triturados en casi todas las grandes fábricas, en vasijas cilíndricas de hierro cerradas, por medio de la bencina, que se recobra por destilación. Con la cola de huesos, cuidadosamente obtenida, se prepara la gelatina, desecando y blanqueando aquélla al aire libre. La purificación completa de toda la grasa se obtiene disolviendo la masa en agua hirviendo, á la que se ha añadido algo de alumbre; colando el líquido repetidas veces por una tela fina de hilo, se separa toda materia extraña en

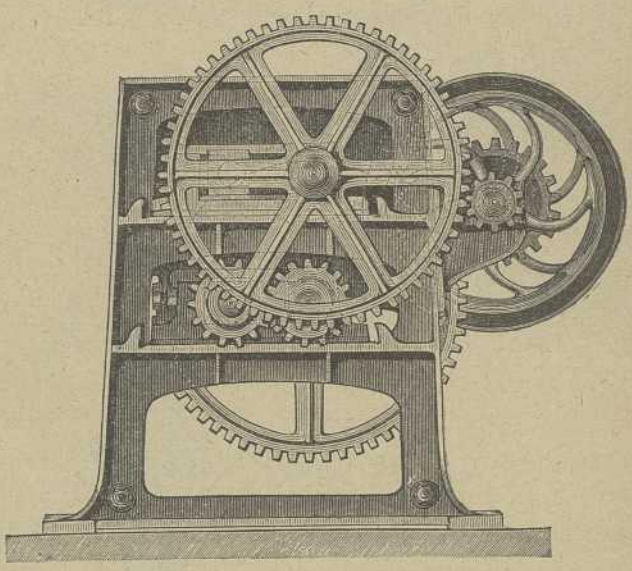
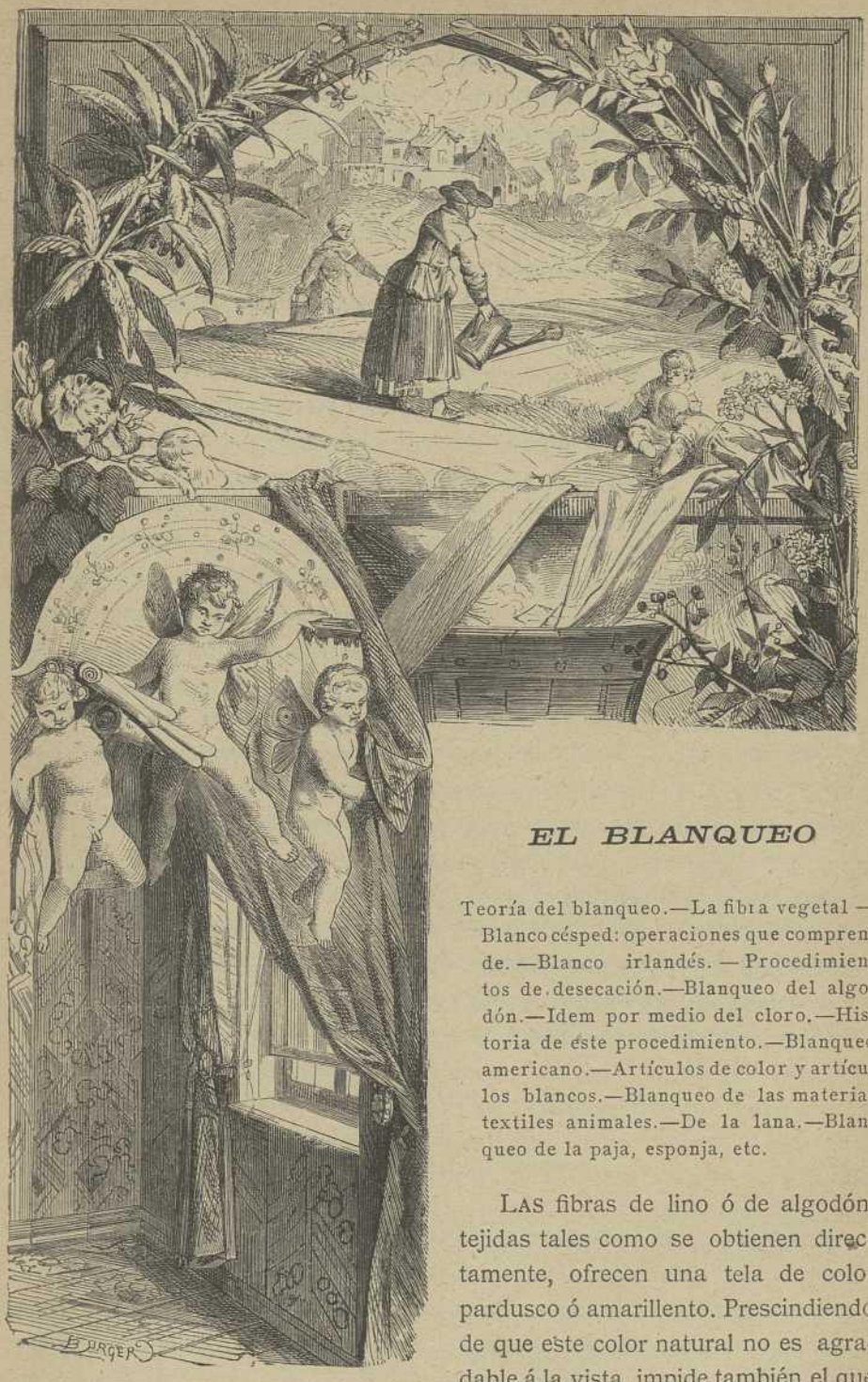


FIG. 383.—Máquina trituradora de huesos.

suspensión; el color se hace más puro añadiendo á la disolución hirviente de la cola de huesos, agua saturada de ácido sulfuroso, ó algo de ácido acético. Con mayor frecuencia se suele introducir la masa gelatígena de los huesos, privada de los principios minerales por medio del ácido clorhídrico, en una disolución acuosa de ácido sulfuroso, con lo cual, no sólo se obtiene una completa blancura, sino que se protegen también los cartílagos contra la putrefacción. La forma de pequeñas tablitas se da á la gelatina, del mismo modo que á la cola ordinaria, cortando la masa gelatinosa semisólida mediante hilos metálicos; pero esas láminas delgadas y especulares, bajo cuya forma suele presentarse en el comercio, son preparadas vertiendo la masa líquida sobre grandes planchas de cristal de espejos.



EL BLANQUEO

Teoría del blanqueo.—La fibra vegetal — Blanco césped: operaciones que comprende. —Blanco irlandés. — Procedimientos de desecación.—Blanqueo del algodón.—Idem por medio del cloro.—Historia de este procedimiento.—Blanqueo americano.—Artículos de color y artículos blancos.—Blanqueo de las materias textiles animales.—De la lana.—Blanqueo de la paja, esponja, etc.

Las fibras de lino ó de algodón, tejidas tales como se obtienen directamente, ofrecen una tela de color pardusco ó amarillento. Prescindiendo de que este color natural no es agradable á la vista, impide también el que dichas telas puedan recibir otros colores. De aquí que sea preciso hacer desaparecer la coloración primitiva; en esto consiste el *blanqueo*. El *blanqueo* de

los tejidos es un arte más antiguo que la historia. El hombre debió comenzar á practicarlo espontáneamente, así que advirtiera que las telas fabricadas toscamente, y con las cuales se vistió desde los tiempos más remotos, se hacían más claras con el uso, y que la acción sucesiva del sol y el agua sobre la fibra vegetal las reducía á un estado de la mayor pureza y blancura, sin que por esto hubiera sufrido detrimento alguno la tenacidad del tejido, ni de cada hilo en particular. Así, pues, la Humanidad ha encontrado de un modo puramente experimental el proceso, químico en su esencia, del blanqueo, practicándolo con éxito muchos miles de años antes de que pensara en investigar su naturaleza, lo que sólo en los tiempos más modernos ha dado resultado algo satisfactorio, aunque nunca por completo.

Desde los tiempos más antiguos ha sido el blanqueo ocupación de la mujer, y juntamente con todas las industrias relativas al hilo y sus derivados, ha formado parte de las labores domésticas. Pero se sabía que ciertas comarcas se prestaban mejor que otras para el blanqueo de las telas de hilo; las laderas poco pendientes de las colinas, en los valles cálidos, las superficies revestidas de césped á la orilla de los ríos, han sido siempre las que han merecido la preferencia para dicho objeto, y aun hoy existen ciertos parajes, célebres por este concepto, en Westfalia, en el Rhin, en Silesia y en el camino de Darmstadt á Heidelberg, á los cuales suele todavía enviarse desde lejos los tejidos de confección casera para su blanqueo. Generalmente se atribuye á las buenas aguas el mérito de producir un resultado particularmente satisfactorio en las citadas localidades; pero pronto nos convenceremos de que esta idea sólo en parte tiene fundamento. Además, desde muy antiguo se conocía ya una multitud de medios misteriosos para activar el blanqueo, los cuales sirvieron como intermediarios para los sistemas de blanqueo artificial; particularmente se usaron en diversas proporciones y en distintos sitios, donde se vanagloriaban de poseer procedimientos rápidos de blanqueo, lejías de cenizas de leña, potasa, sal común, tierra da batán, suero, orina, excrementos animales, ácidos minerales, etc.

TEORÍA DEL BLANQUEO

Se funda en que, mediante la operación á que se refiere, se destruye la materia colorante resinosa de la fibra textil, y se convierte en jabón, separándola también después, la materia grasa empleada en el hilado. Esto se obtiene, en parte, por la maceración con lejías alcalinas y extensión de las telas sobre las superficies de blanqueo; pero también, en parte, por el empleo del cloro y otras sustancias decolorantes. El primer procedimiento, el más antiguo, se llama de blanqueo natural ó césped; el segundo, de blanqueo artificial ó por el cloro.

La influencia de la luz solar, del aire y del agua sobre los tejidos colocados en el plano de blanqueo, cuya influencia aumenta mojando y poniendo á secar con frecuencia los tejidos, no pudo ser comprendida durante mucho tiempo, por más que siempre se ha admitido una acción del oxígeno (oxidación) sobre la materia colorante del tejido, con formación de ácido carbónico. Modernamente se ha encontrado que el ozono, ó sea el oxígeno activo ó condensado, que siempre existe, junto al ordinario, en el aire atmosférico, aunque en pequeñas cantidades, es el que separa de la fibra la materia colorante, determinando la formación de ácidos en presencia de los álcalis. El carbono é hidrógeno de dichas materias colorantes se combinan con el oxígeno activo, formando ácido carbónico y agua, y el residuo es separado por medio de ésta. En el blanqueo tiene, pues, lugar un proceso completo de oxidación lenta, que actúa en primer término sobre la materia colorante, pero que sigue siempre avanzando hasta afectar á la misma materia textil, si no se suspende oportunamente la operación. El cloro ejerce también sobre los tejidos una influencia completamente análoga; quita hidrógeno á la materia colorante, formando ácido clorhídrico, y dejando con esto de existir aquélla como tal. Según otros, la acción debe ser más bien que el cloro descomponga el agua y el oxígeno en libertad oxide á la materia colorante.

La fibra del *lino* presenta en un principio una coloración gris plateada ó gris amarillenta clara; pero tostándola, y bajo la influencia del tanino, adquiere una coloración oscura, que no se le puede quitar ni con el agua caliente, ni con los ácidos libres, ni con el alcohol. Sólo se consigue que desaparezca por una descomposición sumamente lenta, tal como la que tiene lugar bajo la influencia simultánea de la luz, el aire y el agua durante el *blanqueo césped*. Todos hemos visto las piezas de tela extendidas sobre el césped de las plazuelas donde se blanquea, regadas diariamente varias veces, hacerse de día en día más claras, hasta cambiar el primitivo color gris pardusco por un blanco bastante puro, que todavía se aclara más completamente por repetidas lociones con jabón. El tejido natural, tal como sale del telar, se remoja primero para someterlo al blanqueo. A esta primera operación sigue el macerado en una lejía débil de cenizas de leña ó potasa, que modernamente se sustituye, por lo general, con sosa; estas dos operaciones previas exigen un intervalo de unas dos semanas; el tejido se presenta después de ellas más oscuro, por lo general, que al principio. En la elaboración industrial se lleva á continuación á un molino de batanes, cuyos pilones separan mecánicamente todas las sustancias extrañas adheridas á las fibras, á lo cual sigue la loción en agua corriente, que en la industria casera se practica inmediatamente después de la maceración golpeando á lo más el tejido durante ella. Cuando no se considera indispensable todavía un nuevo remojamiento previo, se procede á la colada, que no es más que el tratamiento del tejido por una lejía alcalina hirviendo,

cuya acción se refuerza, en la industria en grande escala, por la presión. Por lo general, esta operación se practica en cubas con un doble fondo agujereado, que en la economía doméstica se sustituye muy bien, colocando dentro de una tina bandejas tejidas de mimbre. Las piezas de tela colocadas sobre el doble fondo van siendo regadas con lejías de cenizas ó solución potásica en ebullición, cuyo líquido se recoge por una llave abierta en la parte inferior, se calienta de nuevo, y se vuelve á verter hasta 12 ó 15 veces. Pero procediendo de esta manera no puede evitarse una gran pérdida de tiempo y de combustible. De aquí que modernamente se haya introducido en las grandes blanquerías aparatos, en los que la lejía vuelve á la caldera, según el principio de la fuente de Heron, y de un modo análogo á como sucede en el aparato de Montejus para la fabricación del azúcar.

BLANQUEO CÉSPED

Esta operación sigue á la colada de las telas en los casos en que se usa, pues ni es necesaria, ni se practica tampoco generalmente, empleando en su lugar muchas fábricas de blanqueo un baño como el que estudiaremos más tarde á propósito del blanqueo del algodón. La marcha en el sistema de blanqueo césped puro es bien conocida; pero hoy día se emplea más, en las operaciones en grande, un sistema mixto, en el que se hace uso también de un baño de cloro. En el primero, la tela, después de colada y lavada, se coloca sobre el plano de riego, y si no quedara completamente blanca en él, puede ser tratada otra vez con ácidos y lejías. Las piezas que quedan suficientemente blancas pasan por entre unas tablitas provistas de hendeduras, que engranan unas con otras, y cubiertas generalmente de cinc, entre las cuales es frotada la tela por uno y otro lado con jabón verde de potasa, hasta que desaparezcan las últimas huellas de color gris. Para que sea más completo el resultado, debe someterse el tejido á una colada y un baño ácido, y, finalmente, tratado por una disolución hirviendo de jabón; después se le lava en agua corriente, y se le lleva, por último, otra vez al plano de riego. Sólo mediante este procedimiento, sumamente enojoso y largo, queda el producto en disposición de ir al comercio, donde se le llama blanco puro. El blanqueo es, pues, una operación nada fácil ni sencilla, contra lo que generalmente se cree, juzgando por los procedimientos caseros, que con sus medios imperfectos nunca proporcionan telas completamente puras, admisibles en el mercado.

BLANQUEO MIXTO

Se llama también irlandés, por ser originario de Irlanda, país de los más importantes en producción de tejidos de lino, particularmente en la ciudad de Belfast y sus alrededores. El blanqueo mixto, según el modo irlandés, comprende las siguientes operaciones: 1.ª, maceración de la tela durante treinta y seis horas en una lejía alcalina fría; 2.ª, colado con una lejía con 30 kilogramos de potasa americana (cuyo contenido en potasa cáustica es mayor que el de ninguna otra), lavado y extensión de la tela sobre el césped durante tres ó cuatro días; 3.ª, colado con 40 kilogramos de potasa americana, lavado y otra vez tendido tres ó cuatro días sobre el césped; 4.ª, colado con 45 kilogramos de potasa pura no americana, lavado y extensión sobre el césped; 5.ª, lo mismo que el anterior, pero con 40 kilogramos de potasa; 6.ª, ídem con 30 kilogramos de potasa americana y demás; 7.ª, maceración en un baño de ácido sulfúrico diluído y lavado; 8.ª, cocción con 30 kilogramos de potasa americana lavado y colocación sobre el césped; 9.ª, baño de cloruro de cal y lavado; 10, baño de ácido sulfúrico, lavado y colocación sobre el césped; 11, decocción con 15 kilogramos de potasa americana, lavado y extensión sobre el césped; 12, ídem con 10 kilogramos de cenizas americanas y demás; 13, maceración en ácido sulfúrico diluído, lavado y colocación sobre el césped, y 14, por último, tratamiento con jabón potásico y loción. Para el cálculo de las cantidades citadas en el procedimiento anterior se supone que se opera con 360 piezas de 32 metros. Su completo blanqueo exigirá, por consiguiente, un intervalo de tiempo de cuarenta y dos á cuarenta y ocho días.

Por lo demás, en el blanqueo del hilo y sus tejidos existe una serie numerosa de modos de operar, que difieren más ó menos entre sí.

Los tejidos blanqueados y lavados tienen que someterse todavía á la operación de la desecación, que no carece, ni mucho menos, de importancia. Para realizarla se utilizan hoy diferentes aparatos mecánicos. El primero de ellos es la máquina de retorcer, que en un principio consistía simplemente en un manubrio, cuyo eje terminaba en un gancho (fig. 384); un segundo gancho se hallaba fijo enfrente de éste, sobre la pared de la cuba; la pieza ó bala de tejido suspendida entre ambos ganchos era retorcida por la rotación del primero, exactamente del mismo modo que lo hacen á mano nuestras lavanderas. Pero por efecto de esta violenta torsión, el tejido y sus fibras no pueden menos de sufrir; de aquí que las máquinas modernas consistan en dos cilindros de cautchuc vulcanizado (fig. 385), con una transmisión propia para poderlos hacer girar, entre los cuales la tela queda seca con una facilidad y perfección incomparables. Todavía se obtiene este resultado con más rapidez

por medio de las máquinas centrífugas, que dejan seco un tejido con una prontitud increíble, y sin que por esto experimente la más pequeña alteración. En los modos de desecación ordinaria se coloca el tejido extendido en un marco, y se somete á la acción del aire, ó bien se hace pasar por cilindros de cobre huecos, calentados por medio del vapor, los cuales hacen evaporar toda el agua contenida. El blanqueo del algodón es en conjunto idéntico al del lino; pero el algodón contiene menos materias colorantes é impurezas que el hilo; de todos modos, el blanqueador tiene que separar del algodón y sus tejidos las siguientes sustancias extrañas: 1.ª, la materia cortical orgánica, adherente todavía las fibras que determina en primer término la coloración especial de esta materia, y que es la parte más difícil de eliminar, sobre la que se hace que actúe con preferencia la luz y el aire, ó sean los agentes decolorantes; 2.ª, una resina amarilla que envuelve las fibras, que es soluble en alcohol y que no presenta la fibra del lino; 3.ª, sustancias grasas que, en su mayor parte, han sido transmitidas á la materia textil en las máquinas de su elaboración, pero que se encuentran también, aunque en pequeña cantidad, en las primeras materias; 5.ª, y, por último, otras impurezas accidentales. Como quiera que los tejidos más finos están destinados á recibir color, una de las principales precauciones necesarias, antes de que pasen á completar su preparación en la tintorería y el estampado, es que el blanqueo se haya practicado con el cuidado más exquisito, pues los colores, sobre todo los más claros y brillantes, no llegan á fijarse de un modo perfecto si el algodón no ha sido suficientemente blanqueado.

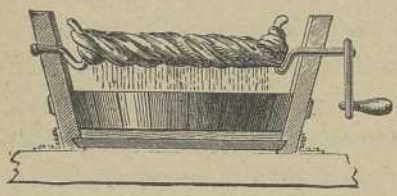


FIG. 384.—Máquina secadora antigua.

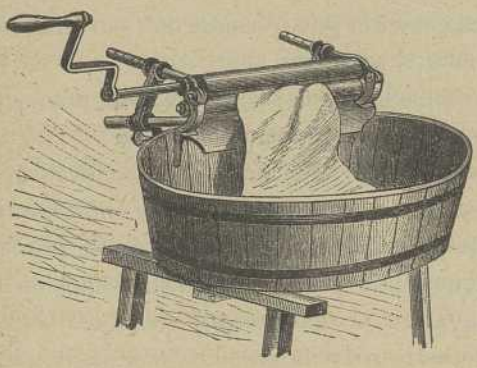


FIG. 385.—Máquina secadora moderna.

Tanto este procedimiento como sus tejidos y los de hilo, pueden blaquearse por procedimientos diversos. El blanqueo natural se verifica lo mismo que antes hemos manifestado á propósito del cáñamo. En primer término, se ponen las telas en remojo para que abandonen el apresto, en cuya operación se inicia una fermentación ácida. Después sigue la maceración en lejía débil, de sosa ó potasa; cuando las fibras están suficientemente purificadas, se separan por medio de molinos de batanes las partes extrañas simplemente adheridas, después de lo cual se lavan y se secan sobre el plano de blanqueo. A partir de este momento comienza la verdadera cola-

da, durante la cual se sigue batiendo y agitando el algodón, extendiéndolo después siempre sobre el plano de blanqueo. Este blanqueo puede, además, hacerse en seco, en cuyo caso no se riega, ó en húmedo. Por último, después de haber eliminado las últimas porciones de mezcla orgánica con un baño de ácido sulfúrico diluído, se bate y lava repetidas veces, y se seca.

BLANQUEO ARTIFICIAL

Este blanqueo, llamado también por el cloro ó blanqueo rápido, tiene lugar de un modo algo distinto, y ha adquirido desde hace tiempo el lugar preeminente en la industria en grande escala, por ser mucho más ligero y dar resultados tan completos, por lo menos, como el blanqueo natural en sus procedimientos más perfectos. La sustancia empleada en él con preferencia, y que ha emancipado á la industria de uno de los procedimientos más prolijos é inciertos, cuya importancia, por consiguiente, no puede estimarse en todo su valor, es el cloro. Ya desde muy antiguo se conocían diversos agentes decolorantes, llamados químicos. La decoloración de las flores por medio del gas sulfuroso que se desprende en la combustión del azufre, ha sido una habilidad que han puesto en práctica todos los prestidigitadores de la antigüedad. Pero el blanqueo por medio del gas sulfuroso no es seguro, pues muchos colores reaparecen después de algún tiempo. No sucede lo mismo con el cloro; este elemento, que obtenemos en forma de un gas amarillo verdoso cuando ponemos en contacto la manganesa con el ácido clorhídrico y calentamos suavemente la mezcla, es una verdadera materia decolorante. Ya en el año 1774 había descubierto Scheele que el gas cloro obtenido por primera vez en 1648 por el célebre alquimista Glaubero, decoloraba por completo y permanentemente los corchos de los frascos en que se conservaba. Dicho químico prosiguió sus experiencias con el papel azul de tornasol, con flores y tejidos coloreados; todos estos cuerpos fueron experimentando gradualmente la acción decolorante del cloro. Pero hasta el año 1785 no se recordó esta propiedad para hacer de ella aplicación técnica, y en dicha fecha el químico francés Berthollet lo propuso disuelto en agua como un medio para blanquear, con el nombre de ácido clorhídrico deflogisticado, nombre que llevó hasta que en 1810 reconoció Davy su naturaleza elemental y le dió el nombre de *clorina*, del cual se ha originado después de el cloro. Watt, el moderno inventor de la máquina de vapor, se hallaba por entonces en París, y, comprendiendo la importancia del asunto, inició en la Gran Bretaña experiencias sobre este nuevo medio de blanqueo, entre las cuales merecen citarse las de Mac-Gregor, en Glasgow. Pero entretanto Berthollet había ya abandonado el agua de cloro y encontrado un sustituto preferible á ella. La blanquería Javelle, recién insta-

lada en París, y la primera blanquería artificial del mundo, le ofreció ocasión abundante para sus experiencias. En el año 1798 descubrió Berthollet el hecho de que una lejía de potasa ó sosa podía absorber mucho más gas cloro que el agua, y que en aquel caso se formaba un compuesto que, bajo la influencia del aire ó de los ácidos, se descomponía de nuevo y dejaba otra vez libre al cloro, lenta ó rápidamente, según los casos. Pronto adquirió gran fama, bajo el nombre de lejía de Javelle (*eaut de Javelle*), como líquido para blanquear, una de esas lejías, que se preparaba haciendo pasar una corriente de cloro por una solución diluída y fría de potasa en agua; este líquido se usa todavía para los tejidos más delicados. Más tarde condujo Labarraque la corriente de cloro á una solución de carbonato sódico (sosa), en lugar de la lejía de potasa; el líquido de blanqueo así obtenido lleva el nombre de licor de Labarraque (*eaut de Labarraque*); pero como los álcalis entonces tenían un precio muy elevado, inmediatamente se buscó con que sustituirlos; Tennant de Glascow encontró en 1798 sustituto en la lechada de cal, á la cual hizo llegar el cloro, y un año más tarde consiguió preparar el cloruro de cal, ó polvos de blanquear, que se conservan sin alteración alguna, y que desde aquella fecha no han tenido competidor para el expresado objeto; en este éxito ha influído también particularmente la posibilidad de su transporte, debido á su condición seca, ventaja de que no goza el agua de Javelle. Con la introducción de este medio quedó asentado sobre base firme el blanqueo artificial. Su adopción se propagó con bastante rapidez, por más que en un principio tuviera que luchar grandemente contra la ignorancia, la rutina y los intereses creados. Como el procedimiento seguido en un principio era muchas veces defectuoso, se han oído bastantes quejas acerca de que el cloro destruía los tejidos mismos; se sospechaba que su acción no quedara limitada al simple blanqueo de éstos; se ponderó los peligros que ofrecía para la salud de los operarios, y, en una palabra, los dueños de fábricas de blanqueo natural echaron mano de toda clase de recursos para desacreditar el sistema rápido ó artificial. De aquí que todavía se ha considerado con desconfianza en muchos centros, particularmente en la pequeña industria y en la economía doméstica. Sin embargo, dista bastantes de merecerla, y antes por el contrario, se halla perfeccionado hoy día de tal modo, que sólo por un defecto muy señalado en la práctica del procedimiento podría originarse algún daño en un punto aislado de la tela. La industria acogió gozosa el sistema del blanqueo artificial, y lo desarrolló con gran rapidez, dándole la mayor seguridad posible.

Hasta el año 1828 no se introdujo en el blanqueo el uso de máquinas especiales, siendo la primera debida á Bentley, en Pendleton; con ello adquirió la mencionada industria tan gran empuje, que desde entonces los perfeccionamientos se precipitaban cada año. Bajo este aspecto se ha hecho célebre, de un modo especial, John Graham, de Staleybridge, cerca de Manchester,

cuyas incesantes experiencias dieron por resultado la transformación del sistema del blanqueo hasta un grado de gran sencillez, de suerte que así modificado, ha tenido acogida en todas partes.

El sistema de blanqueo de las telas de algodón comprende las siguientes operaciones sucesivas: 1.ª, marcado del tejido por medio de un sello con brea de hulla, en los tejidos más finos con piedra infernal (nitratro de plata), ó

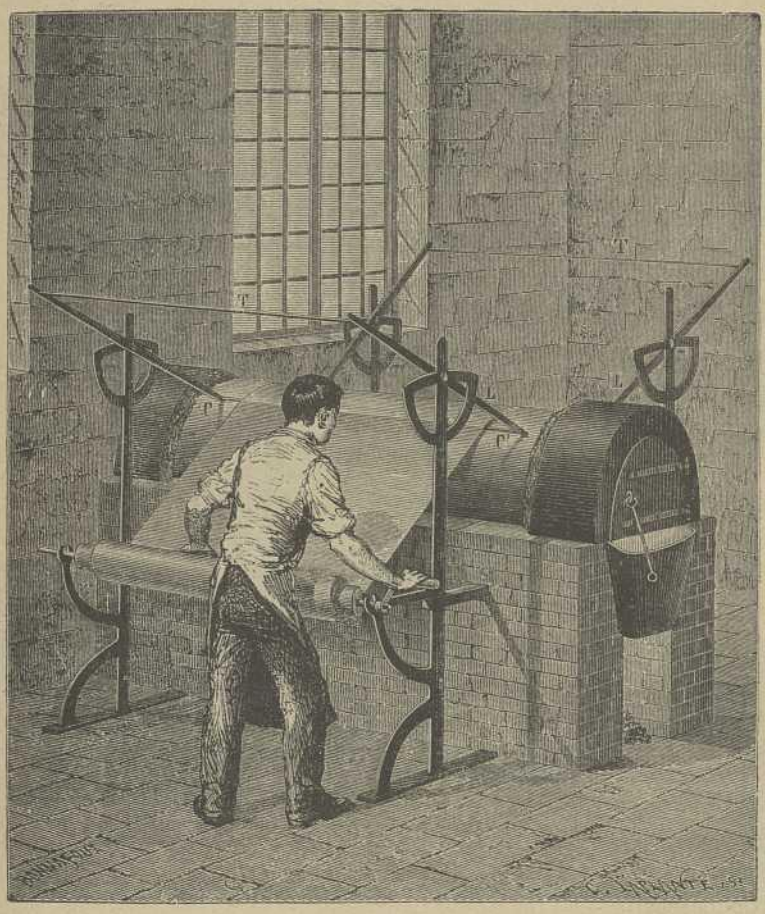


Fig. 386.—Tostador.

bien por medio de bordados en color; 2.ª, juntar toda la tela en una sola pieza más ó menos larga; 3.ª, el tostado. Esta última operación se practica en las fábricas francesas después del blanqueo en todas sus partes, mientras que en las inglesas se hace al principio. El tejido corre por entre dos cilindros metálicos puestos al rojo con tal rapidez, que todas las fibras quedan tostadas sin que el tejido mismo sufra la menor alteración. Nuestra fig. 386 muestra el aparato que se usa con este objeto. La pieza del tejido está arrollada á un cilindro colocado horizontalmente sobre un montante, y desde

el cual es extendido, al mismo tiempo que se arrolla sobre otro cilindro análogo, para lo cual un operario hace girar éste por medio de un manubrio. El primer cilindro está oculto en nuestro dibujo por el tostador, sobre el que pasa rápidamente la tela; dos bastidores movibles $T\,C\,C'$ y $T\,L\,L'$, uno á cada lado, impiden que el contacto sea demasiado íntimo, en cuyo caso el tejido ardería por completo. Esta labor del tostado exige gran cuidado y habilidad. Mo-

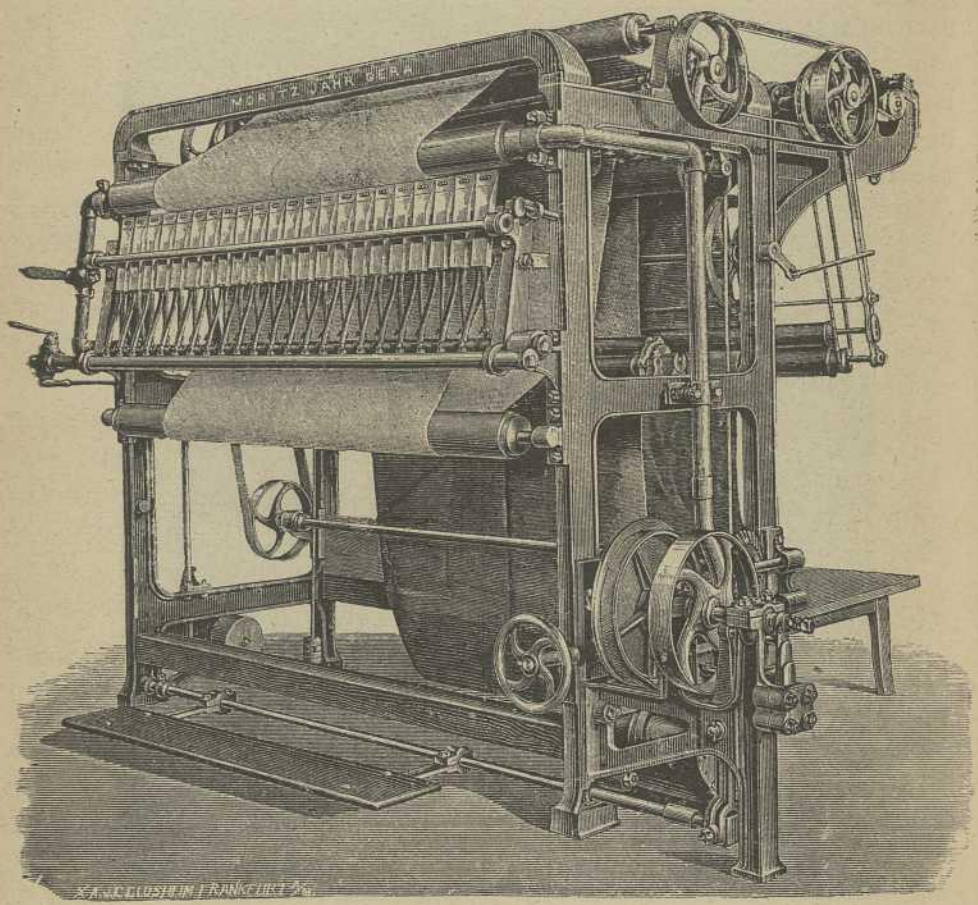


FIG. 387.—Máquina tostadora de gas.

dernamente se utiliza también para ella el gas del alumbrado, que al efecto se hace salir por un tubo horizontal, provisto de orificios muy finos, y da, cuando se inflama el gas en ellos, una extensa llama, que la pieza de tela puede atravesar rápidamente. Uno de estos aparatos, de construcción moderna, se halla representado en la fig. 387; los mecheros están construídos de tal modo, que se produce una mezcla sumamente íntima del gas con aire, y, por tanto, un efecto calorífico máximo; pueden separarse inmediatamente del tejido durante el paso de éste. Cada mechero tiene dos llaves para la graduación de la mezcla: una

gradúa el acceso del aire, y otra el del gas. La anchura de la llama puede proporcionarse á la del tejido, y lo mismo puede también modificarse, á voluntad, la velocidad con que éste pasa por encima de la llama, toda vez que la transmisión del movimiento se produce por medio de ruedas de fricción. 4.ª La imbibición y lavado es operación que debe practicarse de un modo metódico y con el mayor detenimiento, pues de ella depende el éxito del procedimiento en general. El tejido es cogido por un anillo que le da la forma de un cordón, arrollándolo y juntándolo en balas ó paquetes, é introduciéndolo en agua; cuando está ya completamente mojado, se echa encima agua caliente, en la que se produce una fermentación de la cola del apresto, después de lo cual se acaba de quitar éste por una loción para la que se emplean aparatos especiales de ruedas. En la fig. 388 se halla representada una de estas ruedas lavadoras. Consiste en un gran tambor, dividido interiormente en cuatro departamentos

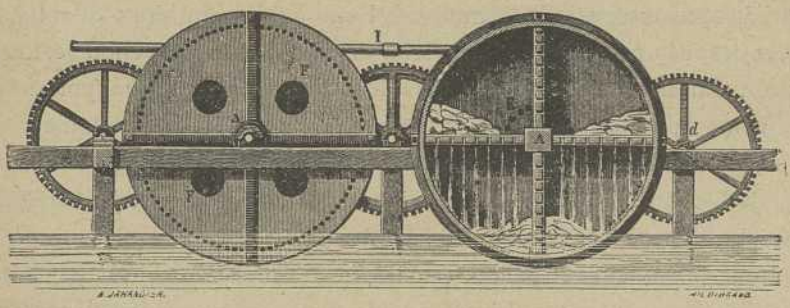


Fig. 388.—Rueda de loción.

por medio de tabiques agujereados, en cada uno de los cuales se apoya una cantidad de tejidos. Los orificios *F*, *F*, en la pared de frente, sirven para llenar ó vaciar el cilindro. Cerca del borde lateral hay una corona formada por pequeños agujeros, que con el movimiento de la rueda van sumergiéndose alternativamente en el líquido de loción, que á su vez se remueve por este medio, que es tanto más conveniente, cuanto que á medida que gira la rueda, el tejido recibe la acción del líquido por todas partes, siendo proyectado en el interior de unas á otras paredes. El movimiento mismo alrededor del eje *A*, se obtiene por medio de ruedas dentadas, *d*. 5.ª. La maceración que sigue á las operaciones anteriores, tiene por objeto separar la grasa; antes se usaban para ello los álcalis, pero hoy se prefiere generalmente el uso de la cal. La primera maceración dura generalmente de ocho á doce horas. Los aparatos son para el algodón exactamente los mismos que para el lino. Después de la maceración se lava y escurre de nuevo la materia. 6.ª A continuación se lleva la tela al baño ácido y se la tiene en agua tibia, á la que se ha añadido, por 150 kilogramos, 9, á lo más, de ácido sulfúrico; este baño dura de tres á cuatro horas, y una vez terminado, se lava de nuevo el tejido. 7.ª Nueva maceración en lejía

cáustica, ó con una solución de jabón resinoso, y la loción sucesiva, completan la primera parte preparatoria del blanqueo propiamente dicho del algodón. Durante estas operaciones se han separado de la materia textil la grasa, resina, las impurezas mecánicas y los componentes solubles en agua, restando ya tan sólo destruir la verdadera materia colorante, de lo que se encargan los agentes especiales á que nos referimos á continuación.

Ya hemos dicho que actualmente se usa, por lo general, como tal agente decolorante el cloruro de cal, ó polvos de blanquear, mezcla de hipoclorito cálcico, cloruro de calcio y cal viva.

Para proceder á su empleo se disuelven en agua los polvos de cloruro dentro de unos estanques de piedra ó cubas de madera; la primera operación del blanqueo artificial es ahora la que podemos considerar como 8.ª imbibición del tejido en este líquido de blanqueo. Su concentración se gradúa según la naturaleza del tejido; cuanto más delgadas son las telas, más diluídas son las disoluciones que se emplean. Esta imbibición dura de seis á ocho horas, y después pasan las telas al baño ácido, constituyendo esto la 9.ª operación. En efecto; la solución del cloruro de cal en agua por sí sola no posee fuerza decolorante, ó bien la tiene muy débil; pero la adquiere intensa así que, añadiendo un ácido, se descompone el hipoclorito. La cantidad de líquido de blanqueo que permanece adherida á las fibras del tejido cuando éste se lleva desde el primer líquido al baño ácido, es siempre suficiente para que, mediante la influencia del último, pueda entrar en acción como decolorante la cantidad necesaria de cloro. El baño ácido tiene una concentración proporcionada á la del líquido de blanqueo, que varía desde 15 de ácido sulfúrico por 200 dega ua como máximum, hasta 2 por 300 respectivamente como mínimum. Los tejidos permanecen en este baño ácido cuatro horas, por lo general; pero deben lavarse después muy bien en él. 10.ª A continuación sufren una nueva maceración en una lejía de sosa hirviendo, que á veces se alterna con un nuevo tratamiento con el cloruro de cal: cuando el tejido aparece suficientemente blanco, se le somete, por último, á la operación 11.ª, que consiste en sumergirlo en un baño ácido débil, que tiene por objeto, no sólo separar de él las últimas huellas de materia extraña que pudieran subsistir todavía, y que ejercerían después una influencia perjudicial sobre el tinte posterior, sino también como precaución para evitar que la tela se haga amarilla con el tiempo; después de este baño se lava el tejido de nuevo cuidadosamente. Con el mismo objeto suele todavía introducirse las telas en una solución de anticloro para neutralizar y hacer inofensivas las partículas de cloro restantes. Se utiliza como anticloro el hiposulfito sódico, ó, mejor, el bisulfito sódico; hoy se emplea también á veces el nitrito sódico. Con esto queda terminado el blanqueo artificial, propiamente dicho, del algodón; sólo resta la desecación, que se practica lo mismo que con los tejidos de hilo. Por lo general, el proceso todo del blan-

queo se termina en cuarenta y ocho á cincuenta horas. La pérdida de peso que experimentan los tejidos por esta operación, es bastante considerable. En el caso de los tejidos de hilo y del blanqueo por el cloro asciende, según Berthollet, á 26 ó 27 por 100; según Kurrer, á 20 ó 24 por 100; en el blanqueo natural asciende á 30 ó 33 por 100. (Illgner ha encontrado hasta 32 ó 40 por 100). Cuando los tejidos son de algodón, la pérdida es menor, pues alcanza sólo á un 10 ó 15 por 100.

BLANQUEO DE LANA Y SEDA

El blanqueo de las materias textiles animales, la lana y la seda, es distinto del de las fibras vegetales, entre las cuales, por otra parte, hay que contar algunas otras, como el yute, cáñamo, etc., á más del lino y el algodón, ya citados. La lana de los carneros (así como la de las vicuñas, alpacas, cabras de Cachemir, de Angora, etc.), es un pelo de distinto grado de finura, pero siempre impregnado de una sustancia grasa, llamada sudor graso. Antes de que se pueda entregar la lana á la industria textil, hay que separar tanto esta grasa como las impurezas que la acompañan. El ganadero cuida hasta cierto punto de este objeto en el mismo cuerpo del animal por medio de la loción ordinaria en agua pura, ó con algo de jabón, ó bien de raíces y cortezas jabonosas, etc. Pero esta limpieza superficial sólo basta para los efectos de la venta; á fin de que el desengrasado sea completo, tiene que practicarse una loción especial en las fábricas, para la que modernamente ha prestado magníficos servicios el carbonato amónico, mientras muchos vuelven al empleo del sulfuro de carbono, recomendado también en tal concepto. En los tejidos de lana, el blanqueo tiene lugar única y exclusivamente por el gas sulfuroso, que actúa sobre ella de un modo por completo distinto de como lo hace sobre las materias textiles vegetales; en efecto, no destruye la materia colorante, como el cloro, sino que da con ella combinaciones incoloras, que permanecen adheridas á las fibras. El sulfurado ó decoloración de la lana tiene lugar de un modo directo por la combustión del azufre en cámaras herméticamente cerradas (el aire necesario para esta combustión es suministrado por medio de válvulas), ó bien por loción de la sustancia en una disolución acuosa de ácido sulfuroso; este último procedimiento es el más conveniente y ventajoso.

Los diferentes tratamientos de los tejidos de lana para su purificación y blanqueo, se suceden inmediatamente por el orden siguiente: I. Desengrasado; 1.°, baño con sosa y jabón, por tres veces sucesivas, añadiendo de nuevo jabón á cada vez; 2.°, loción por dos veces en agua pura, calentada á la temperatura del baño; 3.°, baño de sosa sin jabón, que se repite tres veces, cada una con adición de nueva materia.—II. Blanqueo propiamente dicho; 4.°, azufrado en

las cámaras durante doce horas; 5.°, baño de sosa, repetido tres veces; 6.°, nuevo azufrado en las cámaras; 7.°, nuevo baño de sosa, repetido tres veces; 8.°, doble loción en agua; 9.°, tercer azufrado; 10, doble loción en agua templada; 11, loción en agua fría; 12, baño azul, en el que el tejido experimenta la acción de una disolución débil de carmín índigo.

La purificación de la seda se practica doblemente, es decir, una vez en la materia primera y otra en el tejido ya hecho. La primera vez se empaqueta en unos sacos de lienzo la parte interna, extraída del capullo, se cuece en una solución concentrada de jabón, y se lava en agua corriente, repitiendo ambas operaciones, y siempre dentro del saco los copos de la seda. Después se llevan éstos á un baño de sosa, á otro de ácido sulfúrico diluído, á otro de agua caliente, y, finalmente, se lavan en agua corriente. Con esto queda terminada la purificación de la seda natural en cuanto que se manifiesta ya preparada suficientemente para recibir los colores ordinarios, en particular los oscuros. La pérdida de peso que sufre la seda por efecto de esta purificación, se calcula en un 25 á 30 por 100. Si se tejiera la seda sin purificar, cosa que sólo ocurre rara vez, habría que dejar la materia tejida primeramente, durante algún tiempo, en agua corriente, sin necesidad de saco ni cubierta alguna, y el resto de la purificación es el mismo. Los tejidos de seda purificados de un modo incompleto, se cuelan después de puestos en imbibición, con jabón y salvado, y después se lavan á máquina en agua fría. Pero cuando la sustancia ha de presentar un blanco natural puro, ó ha de ser tintada y estampada con colores delicados, se hace necesario un blanqueo especial de la seda. Esta operación se practica siempre por medio del azufre, que se emplea con las mayores precauciones, en forma de una solución de ácido sulfuroso sumamente diluída. Generalmente, al blanco natural de la seda se le da una chispa de otros colores, como el amarillo, para el que se añade orleán; azul, para el que se añade índigo ó tornasol, etc. Desde que se ha introducido en el comercio el agua oxigenada, ó más bien una disolución acuosa de ella, se ha tratado de aplicar esta sustancia oxidante, y por tanto también decolorante, á la industria del blanqueo; sin embargo, hasta hoy sólo se ha hecho aplicación de ella al blanqueo de la seda, plumas de adorno y cabello.

BLANQUEO DE LA PAJA, ESPONJAS, ETC.

El blanqueo artificial por medio del cloro se aplica todavía á otras diferentes sustancias. Así, por ejemplo, en la fabricación de papel, á la decoloración de la pasta y á la del papel mismo preparado; para la primera se hace uso del cloruro de cal; para el último se prefiere el gas cloro. También se de-

coloran del propio modo las pastas de papel obtenidas de madera, hilazas, hojas de maíz, junco, fibras de palmera, etc., y lo mismo la paja para labores finas.

Se obtiene ésta, como es sabido, de una gramínea especial, cuyo cultivo se halla muy extendido en el Norte de Italia, sólo para la extracción de la paja.

Por lo demás, pueden también emplearse otros apéndices de gramíneas para la construcción de objetos depaja, todos los cuales se blanquean; así, por ejemplo, en Sajonia se utiliza el trigo de invierno, cultivado en suelos calizos y segados á raíz del mismo. En Italia se blanquea primeramente la paja sobre el césped, después se clarifica, y luego se trata con vapor de agua y ácido sulfuroso. En Inglaterra se emplea la sosa y el cloruro de cal para el blanqueo de la paja, si bien, en lugar del último, se suele emplear también el azufrado, que de todos modos hay que practicarlo con gran cuidado, para que la paja no padezca por la acción del calor. Los mismos objetos elaborados con ella, como sombreros, adquieren por el azufrado el color blanco perdido, si antes se les lava, por medio de una esponja, con agua templada, y todavía húmedos se les somete á los vapores de la caja de azufrado, lavándolos después con agua clara.

La tenacidad del tejido, perdida durante este tratamiento, se les devuelve con una disolución completamente pura de goma tragacanto; se les da brillo con unas planchas suavemente calientes, ó bien dándoles una ligera capa con una solución de ictiocola.

La industria necesita además del blanqueo por el cloro para otros varios usos. Así, se emplea con frecuencia para hacer blandas y suaves al tacto las esponjas de baño, cambiándolas al mismo tiempo en un amarillo claro, que haga agradable su color amarillo pardusco. No cabe duda de que la esponja queda, después de esto, más bonita y pura; pero muchas veces le acompaña fuertemente unido el olor del cloro, y además, en las clases inferiores pierde mucho de su consistencia por efecto de este tratamiento. La materia de la esponja de baño, porosa, de grano fino y formada casi exclusivamente por una sustancia córnea albuminosa, exige un blanqueo mucho más cuidadoso que la tosca fibra vegetal. También el marfil se blanquea artificialmente en baños de cloro, particularmente el marfil fósil, que por la acción de un tiempo prolongado y de filtraciones ha adquirido coloración pardusca, y el marfil africano, que generalmente es amarillo. A un tratamiento análogo se someten también los huesos cuando se quieren emplear en sustitución del marfil, lo que sucede con frecuencia. Pero con el blanqueo por el cloro el marfil pierde mucho en brillo y lisura; por otra parte, no es posible emplear en modo alguno los ácidos. De aquí que modernamente se haya introducido con gran éxito otro procedimiento para blanquear el marfil, que consiste en introdu-

cir los objetos que se quieren blanquear—teclas de piano lo más generalmente—en esencia de trementina ozonizada, que se halle en una caja de lata cerrada superiormente por una lámina de vidrio. Estas cajas se someten después, por largo tiempo, á la acción de la luz solar. El marfil queda por este medio completamente blanqueado y conserva su brillo y tacto suave, lo que es muy importante, sobre todo para las citadas teclas de piano. En este procedimiento es necesario que los objetos hayan sido previamente desengrasados por completo, lo que se practica de la manera más conveniente por medio del sulfuro de carbono. Si queda todavía algo de grasa en los huesos, su oxidación al aire, ó enranciamiento, va convirtiendo en amarillo el color blanco; fenómeno que se puede observar con mucha frecuencia en la vida ordinaria.

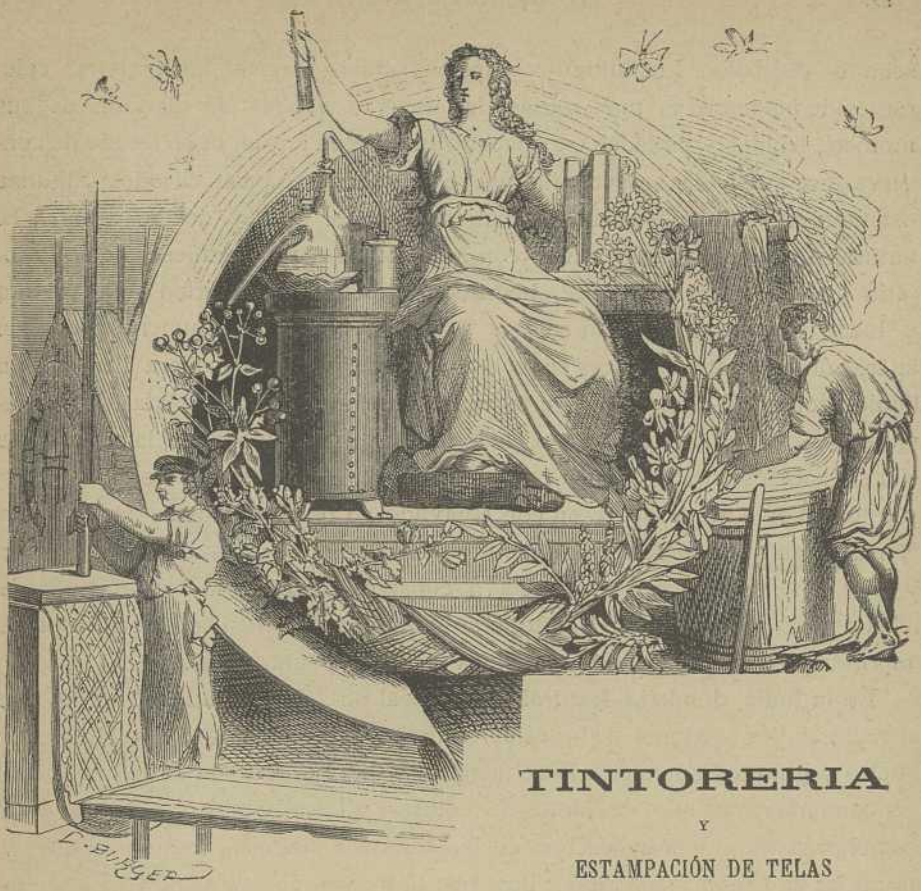
De modo que los medios para dar á multitud de sustancias de uso común la falta de color que es necesaria para que puedan experimentar la acción embellecedora del tinte, tal como exige el gusto educado de la época, son: por una parte, el activo oxígeno del aire, y por otra, el gas cloro. Ambas sustancias blanqueadoras actúan probablemente de un modo análogo, pues parece como si el mismo cloro no jugase más que el papel de intermediario, toda vez que, en virtud de su gran afinidad con el hidrógeno, descompone el agua que siempre existe, formando con él ácido clorhídrico, y dejando en libertad al oxígeno, que, en el momento de quedar libre, manifiesta las mismas enérgicas acciones oxidantes que caracterizan al ozono.

Pero de todos modos, es una circunstancia de la mayor importancia económica la de poseer en el cloro un medio que nos hace independientes, en lo que se refiere al blanqueo, de la presencia accidental del ozono en el aire atmosférico.

"Sin el cloruro de cal (dice Liebig en sus "Cartas sobre la Química„), no habría podido elevarse en Inglaterra la fabricación de tejidos de algodón á la extraordinaria altura en que la contemplamos; si hubiera tenido que permanecer limitada al blanqueo natural, no habría podido competir esa nación con Francia y Alemania en el precio de los tejidos de algodón. Para el blanqueo natural se necesita, en primer término, terreno, y sobre todo praderas bien situadas; todas las piezas de tejido deben estar expuestas al aire y á la luz durante semanas enteras por los meses del verano, y es preciso que haya operarios que las mantengan siempre húmedas. Una sola fábrica de blanqueo, no de las más importantes, de los alrededores de Glasgow, blanquea diariamente 1.500 piezas de tela de algodón, y esto lo mismo en verano que en invierno (es decir, en el año 420.000 piezas, con una longitud de 16.800.000 metros, y, por consiguiente, una superficie de cerca de 15.000.000 de metros cuadrados). Para hacer este colosal número de piezas de tejido ofrecido por esa sola fábrica de blanqueo, ¡cuán inmenso capital no sería necesario para adquirir el terreno en que poder extender tal cantidad de tela, y blanquearla en las

cercanías de aquella ciudad tan nebulosa! Los intereses de este capital no podían menos de ejercer una influencia muy señalada sobre el precio del producto.„

A las citadas consideraciones de Liebig podemos añadir que, á no ser por este triunfo del arte sobre la Naturaleza, de la ciencia sobre la experiencia, habría de tenerse perdida para la satisfacción de las primeras necesidades de la vida una extensión considerable de terreno, y una cantidad no menos considerable de fuerza.



TINTORERIA

Y

ESTAMPACIÓN DE TELAS

Tintorería: su historia.—Colores empleados en tintorería.—Colores animales: cochinilla, laca, púrpura.—Colores vegetales: rubia, orchilla, cártamo, alheña, palos de Brasil, campeche y sándalo; isátida y añil; gualda, palo amarillo, quercitrón, verde de China, etc.—Colores minerales,—Colores químicos ó de brea de hulla: colores de anilina, ácido fénico, naftalina, resorcina y antracena.—Añil artificial.—Murexida.—Combinación de los colores con los tejidos.—Los mordientes.—Métodos de la tintorería.—*Estampación de telas:* su historia.—Los procedimientos á mano y mecánicos.—Importancia económico-social de esta industria.

DESDE tiempo inmemorial se ha complacido el hombre en la infinita variedad de los colores con que le brinda la Naturaleza, tan pródiga en las flores, el plumaje de las aves, las delicadas escamitas de las mariposas y los brillantes cristales del reino mineral; á medida que se fué despertando en él el buen gusto, trató de imitar esos colores, y así nació el arte de la tintorería.

Tratar de hacer indicaciones acerca del punto y la época de su origen, sería pedir luz á las tinieblas; pero las tradiciones bíblicas aluden repetidas veces á la tintorería, como, por ejemplo, cuando refieren que Israel hizo á José, su hijo predilecto, una túnica de diferentes colores. En aquellos remotos tiempos, no sólo entre los israelitas, sino también entre otros pueblos, las prendas de color eran

señal de distinción. Los antiguos egipcios sabían emplear las materias colorantes de las maneras más varias: las fajas ó vendas de algodón de sus momias, teñidas y pintadas, se encuentran á veces en tan buen estado de conservación, que nadie sospecharía que se hicieron hace miles de años; algunas ostentan en sus bordes una lista azul, cuyo color parece debido al añil. El naturalista romano Plinio refiere con admiración el procedimiento de la tintorería egipcia: "Las telas, dice, blancas al principio, se enfurten ó abatanan, y luego se untan, no con colores, sino con mordientes que no producen alteración aparente; entonces se echan las telas en una caldera llena de un líquido colorante hirviendo, y se retiran al momento de estar teñidas. Lo maravilloso es que, no conteniendo la caldera más que un solo color, la tela que de ella se saca ostenta diferentes colores, según la Naturaleza de los mordientes; y estos colores no desaparecen con el lavado." Los productos de la industria egipcia eran muy apreciados en otros países distantes, y los escritores hebreos y griegos se refieren con frecuencia á ellos; el centro de la manufactura de telas de lino y algodón en Egipto, era Menfis, donde los comerciantes más importantes de Tiro tenían establecidas factorías y tintorerías.

En la India, donde la Naturaleza tropical ofrece una variedad infinita de ejemplares, los tejedores de los célebres chales, muselinas, turbantes, fajas, pañuelos y guantes supieron, desde tiempo inmemorial, prestar á sus productos las combinaciones más brillantes de colores; y hace también miles de años que el preparado y la aplicación de los colores á las telas, etc., se conocen y practican en China y en Japón. Pero los tintoreros por excelencia de la antigüedad eran los fenicios, y en su ciudad de Tiro el arte de que hablamos se practicaba con la mayor perfección, no siendo improbable que se propagara desde allí á países lejanos, con los cuales sostenían relaciones comerciales aquellos intrépidos navegantes; las telas, alfombras, etc., que se teñían en Tiro, eran importadas en su mayor parte del Egipto, como se deduce de la lamentación del profeta Ezequiel. Los antiguos griegos se pagaban poco en un principio, á lo que parece, de las prendas de vestir artísticamente teñidas, empleando, por regla general, telas sin teñir; pero andando el tiempo se pusieron de moda entre ellos hermosos colores, y Pallas Athene (Minerva), diosa de las creaciones artísticas, era tenida, bajo el nombre de Ergane (trabajadora), como maestra del arte de tejer y de la tintorería; en las fiestas celebradas en su honor, ó sean las Panateneas, las jóvenes del Ática solían ofrecerle el *peplos*, esto es, una vestidura de color ricamente adornada. Entre los romanos, la toga blanca, con orla ó ribete de color rojo, era el distintivo de los jóvenes menores de edad y de las personas de calidad; la trábea de los caballeros era un manto blanco con listas encarnadas; en señal de duelo se teñía la toga de negro, y en los juegos del circo los diferentes campeones se distinguían por los colores de sus vestidos. Plinio nos habla de diversas materias colorantes, y, según él, se

empleaban principalmente en la tintorería antigua, además de la púrpura, la alcarnia, diversos líquenes, la hiniesta de tintes, la rubia, la isátida, las agallas, las simientes de la granada y de una acacia egipcia, las caparrosas verde y azul, y el alumbre. Entre las plantas cultivadas por los romanos no hallamos una sola de tintes, salvo el azafrán, el cual se empleaba más bien como condimento; en cambio, en la lista de plantas de Dioscórides encontramos la isátida, la rubia, la antemis de los tintoreros, la alcana, el azafrán y varios líquenes.

En los tiempos más antiguos, el blanco, el rojo y el negro fueron, al parecer, los únicos colores para las prendas de vestir; el azul, el amarillo y otros colores aparecieron mucho más tarde en la tintorería, á medida que fué perfeccionándose. Desde el florecimiento de este arte en Tiro, se desarrolló más particularmente en Persia y Siria; pero en los primeros siglos de nuestra Era, y durante la Edad Media, el principal asiento de la tintorería fué el Asia Menor. En esta región, la antigua costumbre según la cual las diferentes clases sociales se distinguían por prendas de diversos colores, se propagó entre los mahometanos, que adoptaron el verde como distintivo de la familia de su Profeta, y llevando un turbante verde los *hadchis* ó peregrinos á la Meca. En la India las leyes prescriben también, desde muy antiguo, los diferentes colores correspondientes á las diversas castas y á los diferentes rangos dentro de las mismas, y los fabricantes europeos que envían allí sus productos tienen buen cuidado de formar sus muestrarios con arreglo á aquellas prescripciones legales.

En el archipiélago índico, ó Indias orientales, la tintorería se practica con mucho arte, si bien por los mismos procedimientos que hace mil años. Según una relación antigua, después de trazado un dibujo en la tela, las partes que no se querían teñir se cubrían con una resina que no podía disolverse en el líquido colorante; después de sometida la tela á la acción de éste, sacándose de un solo color, se echaba en otro líquido especial, que disolvía la resina, dejando aparecer en los sitios correspondientes el fondo natural de la tela. Los malayos de Java, Sumatra y Bali tiñen todavía sus *sarongs*, ó paños lumbares (única prenda que llevan), por un procedimiento análogo, que describe un viajero moderno como sigue: la tela blanca de algodón se suspende en un sencillo bastidor, y la mujer encargada del trabajo empieza trazando dibujos con cera, por medio de un tubo muy fino de cobre, casi tan puntiagudo como una pluma. A su lado hay un brasero con una vasija llena de cera, preparada expresamente para el objeto, que es preciso mantener en estado líquido; y el tubo referido tiene en su extremo superior un pequeño depósito, como cabeza de pipa, que se llena de cuando en cuando con la cera líquida. A medida que ésta va saliendo por la boca del tubo, la mujer la oprime con un dedo para que se adhiera mejor á la tela, cubriendo con ella

todas las partes que no han de ser teñidas en la primera operación; y cuando ha preparado de este modo un lado de la tela, procede á preparar también el lado opuesto, pues de otro modo el color penetraría por este lado. Como se comprende fácilmente, y teniendo en cuenta que los dibujos han de coincidir perfectamente en ambos lados, el trabajo referido es sumamente lento y molesto; tanto más, cuanto que no se emplea para trazar los contornos patrón de ninguna especie. Preparada de la manera referida, la tela se echa en el líquido colorante, y al sacarse se destacan en blanco los dibujos protegidos por la cera sobre un fondo de color; pero tratándose de dibujos de diferentes colores, hay que repetir dichas operaciones dos, tres ó más veces, disolviendo en cada caso la cera después de verificado el tinte, y volviendo á cubrir con ella otras partes, ya teñidas, ya blancas. Semejantes telas se llaman *batticas*, y á pesar de lo arduo y primitivo del procedimiento, se producen, especialmente en Samarang, Surabaya y otros puntos de Java, de una hermosura que causa maravilla.

Pasando de las Indias orientales á las islas del Pacífico, recordamos que los polinesios sabían teñir sus escasas prendas de vestir, hechas de corteza batida, antes que conocieran el algodón; y estos isleños nos traen á la memoria el *tatuaje*, ese adorno particular de la piel humana, de que hablamos en la la Introducción general de esta obra (véase tomo I, pág. 76), y que no es mas, en el fondo, que una especie de tinte, toda vez que consiste, en la mayoría de los casos, en herir la piel con instrumentos punzantes é introducir en las pequeñas heridas un polvo colorante. También algunos de los primitivos pueblos del continente americano practicaron la tintorería mucho antes de entrar en relaciones con los europeos: los antiguos peruanos y mejicanos eran, hasta cierto punto, maestros en el arte, pues Hernán Cortés envió á Carlos V unas telas mejicanas teñidas, que llamaron mucho la atención por su hermosura. Las mujeres de los indígenas norteamericanos sabían teñir muy bien las fibras y los cordeles con que bordaban ó adornaban las prendas de cuero, empleando como materias colorantes tierra de cinabrio, las bayas dichas de búfalo, las del arándano común, un palo amarillo, la corteza de *Quercus tinctoria* (una especie de roble), y las agallas.

Olvidado casi por completo en Europa el arte de la tintorería después de la ruina del Imperio romano por los bárbaros, parece que se introdujo nuevamente desde Levante, en el siglo XII ó XIII, arraigándose primero en Italia, á menos que los moros lo hubieran introducido antes en España; cosa que es verosímil, pero que no se ha podido averiguar. Sea de ello lo que fuere, lo cierto es que Florencia y Venecia fueron las primeras ciudades cuyas tintorerías alcanzaron celebridad. En el siglo XIII, un habitante de la primera había aprendido en el Asia Menor el secreto de preparar colores con ciertos líquenes, y la práctica de esta industria resultó sumamente provechosa para Italia. En

Venecia apareció, el año de 1548, el primer libro relativo al arte de la tintorería, siendo su autor Juan Ventura Rosetti; enseñaba á teñir el paño, el lienzo, la lana y la seda con colores, así pasajeros como permanentes, y llamó mucho la atención en todas partes, contribuyendo no poco al renacimiento de la industria.

Entretanto se había desarrollado ésta extraordinariamente en Flandes, donde florecía ya la tejeduría de la lana y del lino, y desde aquí se propagó la tintorería á otros países europeos. En Alemania dedicó desde luego atención preferente al nuevo arte la poderosa Liga anseática, que hizo venir de Italia y de los Países Bajos tintoreros hábiles para enseñar á los nacionales, los cuales formaban ya gremios considerables á fines del siglo XIV en Augsburgo, Nurenberg, Ulma, Stuttgart y Reutlingen. Inglaterra vió nacer la tintorería en su seno bajo el reinado de Eduardo III (mediados del siglo XIV), que hizo venir de Flandes varios maestros en el arte; su enseñanza fué tan provechosa, que en 1472 el gremio de tintoreros ingleses constituía una compañía especial de la milicia, á la que Eduardo IV concedió privilegios y un escudo de armas.

El descubrimiento de América ejerció poderosa influencia sobre el desarrollo de la tintorería, no sólo merced á la revolución consiguiente en las relaciones internacionales, sino también gracias á las muchas y preciosas materias colorantes, antes desconocidas, que se introdujeron en el comercio, tales como la cochinilla, el palo de Brasil, el de campeche, el quercitrón, el orleán, etc.

También el descubrimiento de la vía marítima á las Indias Orientales por el Cabo de Buena Esperanza, contribuyó á aumentar y abaratar la importación del añil, que antes costaba tanto; si bien esta ventaja sembró el descontento en los cultivadores de la isátida, á tal extremo que, para proteger este cultivo en Inglaterra, la reina Isabel prohibió la introducción del añil, calificándolo de "forraje del diablo,, y sólo se revocó el edicto en 1661, bajo Carlos II. En cambio, la tintorería con cochinilla tomó un desarrollo inesperado desde que, en 1650, el holandés *Cornelio Drebbel* introdujo el cloruro de estaño como sustituto del alumbre, y sobre la base de tan importante invento fundó cerca de Londres una gran fábrica tintorera. Un compatriota de Drebbel, llamado *Adriano Brauer*, llevó á Inglaterra, en 1667, el arte especial de teñir la lana. Otras ramas particulares, ó sean la tintorería con quercitrón (roble americano), y con rubia, se desarrollaron en Inglaterra á fines del siglo pasado, principalmente bajo el impulso de *Bancroft*, cuyo tratado sobre la tintorería (1790) constituye la base del arte más moderno. En Francia no empezó á desenvolverse la tintorería antes del reinado de Luis XIV (1669), cuando Colbert promulgó una Ordenanza favorable para los tintoreros. Más tarde, cuando la Academia francesa dedicó su atención á esta rama industrial, y

después que en 1762 un armenio, llamado *Juan Althen*, introdujo en Francia el cultivo de la rubia y el secreto de su empleo, se desarrolló allí la tintorería tan considerablemente, que los franceses iban á la vanguardia de las demás naciones.

COLORES EMPLEADOS EN LA TINTORERÍA

La tintorería es el arte de teñir las fibras textiles y los hilos y tejidos formados con ellas, dándoles colores permanentes por vía de la combinación química, y no sólo mecánicamente ó por mera adherencia superficial, cual sucede en la pintura y el barnizado. Esta definición es también aplicable á la estampación de telas, que no es más, en el fondo, que una tintura de determinados puntos del tejido, para lo cual es preciso valerse de medios mecánicos especiales. Las materias colorantes empleadas por el tintorero proceden de todos los reinos de la Naturaleza; pero además, la química ha logrado producir artificialmente gran número de colores de los más preciosos; de modo que habremos de considerar sucesivamente colores animales, vegetales, minerales y químicos.

Colores animales.—Su número es limitado; tanto, que para los fines de la tintorería propiamente dicha, se halla ya reducido, en general, á uno solo, la *cochinilla*, y aun ésta ha perdido mucha de su importancia desde la aparición de los nuevos colores del alquitrán ó brea de hulla. La cochinilla *(coccus cacti)* es un pequeño insecto hemíptero, originario de la América Central, que vive sobre varias especies de cactos, ó sean la *opuntia decumana* (la nopalera de los antiguos aztecas, fig. 389), la *opuntia monocantha* y la *O. coccinellífera.* Mucho antes de la conquista de Méjico por los españoles, los indígenas del país recogían tan singular insecto para emplearlo como materia colorante. En el año 1530 Acosta comprobó por vez primera la naturaleza animal de la cochinilla, que antes era tenida por una florecita desecada; pero esta opinión se hallaba tan arraigada, que aún á mediados del siglo pasado suscitóse en Holanda una controversia sobre el particular, llamando extraordinariamente la atención la demostración de lo erróneo de semejante creencia. El año 1779 se aclimató el insecto en el Perú y el Brasil; en 1777 lo llevaron los franceses á Santo Domingo (Haiti); en 1795 lo trasladó Nelson á la India; en 1827 se introdujo en las islas Canarias, y en 1831 en Argelia. Se ha aclimatado también la cochinilla en Andalucía, las Baleares y Sicilia, donde existen nopaleras, es decir, plantaciones de *Cactus opuntia* ó *coccinellífera*, para su cría.

Las cochinillas hembras, que carecen de alas, y de las que corresponden unas trescientas á un macho alado, se recogen generalmente antes de la estación en que ponen sus huevos, y se matan secándolas sobre planchas metá-

licas calientes ó echándolas en agua hirviendo. Como es natural, se deja sobre las plantas un número suficiente de hembras para propagar la especie, pegando al mismo tiempo en la superficie de las hojas pequeñas masas de algodón crudo, que les sirven de nidos. Distínguense diferentes clases de cochinilla: la superior se llama *zacatilla*, y se compone de insectos recogidos después de haber puesto la mitad de sus huevos; luego viene la clase dicha *grana fina* ó *cochinilla jaspeada*, compuesta de animales que tienen todavía todos sus huevos, y son de color gris-blancuzco ó plateado; la llamada *grana negra* es una clase inferior, que comprende insectos de color negro recogidos después de puestos todos sus huevos, y muertos naturalmente; la clase más inferior la constituye la cochinilla silvestre (*grana silvestre*), que, como indica el nombre, se recoge en las selvas, y no en las nopaleras artificiales. La hermosa materia colorante encarnada que se extrae de la cochinilla, cociendo el insecto desecado en agua con un poco de alumbre ú oxalato de potasa y nitro, se llama ácido carmínico en estado químicamente puro; el *carmín* del comercio contiene un poco de alúmina y materia orgánica, cuyas impurezas aumentan notablemente la brillantez del color. Todos los años se entregan al comercio unos 15.000 quintales métricos de cochinilla; y como un kilogramo contiene de 140.000 á 160.000 insectos, la producción total representa unos 210.000 á 240.000 millones de éstos. De algún tiempo á esta parte, las nopaleras decaen cada vez más, en vista de la disminución considerable en el consumo de la cochinilla; para determinados usos, como la pintura, el carmín es un color que apenas puede sustituirse por otro.

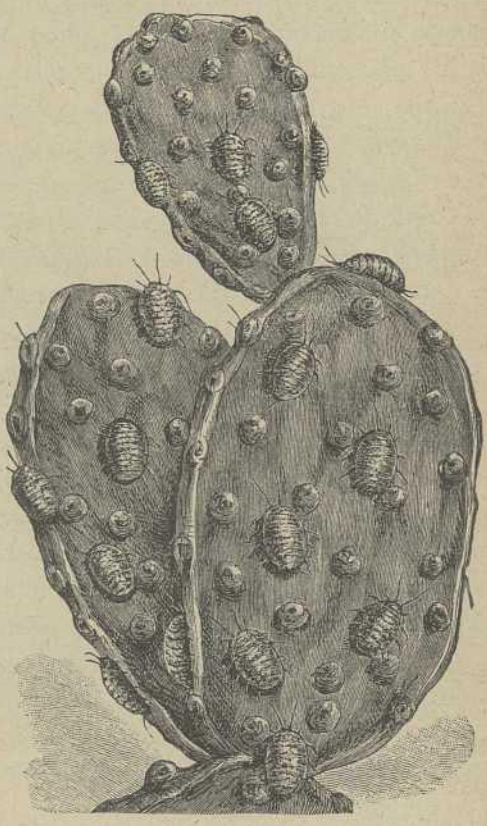


FIG. 389.
Cochinilla sobre la nopalera de los antiguos aztecas.

Otro insecto del mismo género es el cóccido de la laca (*coccus lacca*), natural de la India, cuya picadura determina en ciertos árboles la formación de la goma laca, y que, como la cochinilla, da una hermosa materia colorante, llamada *laca*, parecida al carmín, aunque menos brillante; pero la laca se em-

plea ya muy poco en tintorería, porque se tienen hoy productos artificiales más hermosos y más baratos. En otros tiempos se utilizaba también el kermes, ó *coccus ilicis*, que vive en las costas del Mediterráneo, sobre el roble escarlata, extrayendo de él un color encarnado muy estimado, que ya emplearon los pueblos antiguos al lado de la púrpura; los insectos hembras, desecados, constituían un artículo de comercio, con el nombre de *alkermes;* pero actualmente se usan sólo en el Mediodía, y en muy reducida escala, como sucede también en diferentes partes del globo con otros varios insectos del mismo género que contienen materias colorantes encarnadas.

En la antigüedad ningún color se estimaba tanto como la *púrpura*. Los fenicios eran los únicos que sabían prepararla con toda perfección, y la ciudad de Tiro exportaba telas teñidas con púrpura á todas partes del mundo entonces conocido, y que se pagaban á peso de oro. En tiempos del emperador Augusto costaba en Roma el kilogramo de lana teñida de púrpura, la friolera de 1.500 pesetas. En cuanto á la producción de color tan precioso, Plinio refiere que procedía del jugo secretado por un molusco del mismo nombre; y, en efecto, ciertas especies de gastrópodos que viven en el Mediterráneo, como el *murex brandarius*, *M. trunculus* y el *purpúrea bracmastoma*, tienen glándulas especiales que secretan un líquido incoloro ó blanquecino que, bajo la influencia de la luz del sol, se vuelve amarillento, luego verdoso, y, por último, violeta; y debemos advertir en este lugar que la púrpura de los antiguos no era un rojo de fuego, como vulgarmente se cree, sino un color violado intenso. Se puede extraer la expresada materia colorante de los moluscos desecados y pulverizados por medio de alcohol y éter; al exponer á la luz la disolución amarilla, se produce la púrpura, precipitándose en forma de un polvo cristalino insoluble en agua, lo mismo que en dichos líquidos. La circunstancia de que la púrpura resulta de la influencia de la luz, que tiende, por el contrario, á destruir otros colores, debió contribuir, sin duda, á la gran estimación en que se la tuvo antiguamente.

Otra materia colorante animal es la *sepia*, muy apreciada por los pintores, y que se extrae de un líquido pardo-negruzco, segregado por la jibia común (*sepia officinalis*), con el cual el animal enturbia el agua al verse perseguido.

El llamado *murexid*, de que hablaremos al tratar de los colores químicos, es también de origen animal.

Colores vegetales. — Son muchísimo más numerosos que los colores animales, y se encuentran en todas las diferentes partes de las plantas; es decir, en las flores, las hojas, los tallos, la madera, la corteza y las raíces; por esto mismo su extracción, preparación y empleo son muy variados. Los principales y más usuales son: entre los rojos, la rubia, orchilla, el persio, el cártamo ó alazón, la alheña, los palos de Brasil, de campeche y de sándalo; entre los

azules, la isátida y el añil; entre los amarillos, la gualda, el palo amarillo, el quercitrón y el orleán, y entre los verdes, el verde de China.

La rubia ó granza (*Rubia tinctorum*) (fig. 390), es una planta perenne herbácea, de la familia de las rubiáceas, que crece silvestre en Oriente y en las costas del Mediterráneo, y se cultivaba casi en todo el mundo antiguo por la materia colorante roja que contiene, principalmente su rizoma, pero también sus hojas. Los huesos de los animales que se alimentan con rubia, se toman rojos. Los antiguos griegos, lo mismo que los romanos, conocían y cultivaban la rubia, si bien, según Plinio, parece que la utilizaban en particular para teñir la rizoma de la planta silvestre: en Grecia la planta misma se llamaba sencillamente *rizon;* es decir, "la raíz,„ sin duda por ser tan común. Según Dioscórides, se cultivaba en la Caria (Asia Menor), y Estrabón refiere que la lana teñida en Hierápolis (Lidia) con la raíz de rubia equivalía á la teñida con kermes y púrpura. Las Capitulares de Carlo Magno mencionan la rubia como planta útil que debía cultivarse en las huertas imperiales; y en los gineceos reales (casas en que las mujeres dependientes de la corte hilaban y tejían) debían entregarse, además de las materias textiles, la isátida, el kermes y la rubia; de lo que se deduce que en aquella época la tintorería corría á cargo de mujeres. Pero el cultivo de la rubia más fina se introdujo, al parecer, en Europa en tiempos de las Cruzadas, y se conserva un escrito del año 1275, relativo al pago del diezmo de la rubia á la abadía de Saint-Denis, en Francia. Sin embargo, la rubia de mejor calidad siempre se trajo á Europa desde Levante, con el nombre de *lizari*, ó desde la India con el de *mundjit*, y no es menos cierto que el cultivo de dicha planta cesó por completo en Europa en la Edad Media, no volviendo á practicarse hasta el año 1762, cuando, como dijimos más arriba, el armenio *Althen* lo introdujo en la región de Avignon. Desde esta fecha se desarrolló extraordinariamente en Francia, donde, para darle impulso, se adoptó el pantalón rojo para el ejército, y al mismo tiempo

FIG. 390.—Rubia.

dicho cultivo alcanzó proporciones muy respetables en España, Holanda y Alemania.

En su estado natural, la rubia sólo contiene una pequeña parte de su materia colorante, la *alizarina*, como tal; la mayor parte de ésta se forma, al lado de una materia colorante secundaria, la *purpurina*, mediante una especie de fermentación de la rizoma ó raíz molida, ó bien por el tratamiento de la rubia con ácidos. Dichas materias no se separan en estado puro, sino que después de sometida la raíz molida á la acción del ácido, se entrega al comercio con el nombre de *granza* (del francés *garance*, nombre de la rubia), producto cuyo efecto colorante es de cuatro á seis veces superior al de la raíz natural. Esto se comprende fácilmente, teniendo en cuenta que el ácido empleado en la preparación de la granza, ó sea el sulfúrico, carboniza por completo todas las partes orgánicas de la raíz, salvo la alizarina; y como las partículas de carbón no se disuelven al tiempo de teñir, sólo entra en juego la materia colorante pura. De los residuos se obtiene una segunda materia colorante, denominada *garanceux* en Francia, mientras que las llamadas *flores de rubia* se producen por la fermentación de la raíz molida, y se extrae también el *colorín* tratando la granza con alcohol.

Merced al desarrollo de la química dicha orgánica, y la luz que ha arrojado acerca de la naturaleza de muchas materias colorantes, al investigar la constitución de las contenidas en el alquitrán ó brea de hulla, se ha conseguido, de treinta años á esta parte, mediante el tratamiento adecuado de esta sustancia ó sus derivados, sustituir casi todos los colores del reino vegetal por productos químicos artificiales. Entre dichos colores se halla la alizarina, que, como veremos más adelante, se fabrica hace algunos años en cantidad tal y tan barata, que el cultivo de la rubia ha disminuído considerablemente en algunas regiones, desapareciendo por completo en otras. Buena prueba de ello nos ofrece Francia, el país de la rubia por excelencia, donde en 1862 se hallaban todavía 20.463 hectáreas de terreno dedicadas á dicha planta, mientras que en 1874 no quedaban más de 5.069; en 1868 exportó Francia rubia por valor de 39 millones de francos, cantidad que quedaba reducida en 1876 á solos cuatro y medio millones.

Con el nombre de *orchilla* se designa una materia colorante roja que se extrae de diferentes especies de líquenes, entre otras la *Roccella tinctoria*, que en Italia se llama *oricello*. Es probable que semejantes líquenes fueran utilizados en la antigüedad, pues los romanos se valían de ellos con el nombre colectivo de *fucus* (que significa en realidad "alga„) para preparar una imitación de la púrpura. Pero su uso cayó en olvido hasta que, en el siglo XIII, un alemán domiciliado en Florencia, y que se llamaba allí *Federigo*, introdujo desde Levante dichas plantas, y con ellas el procedimiento de extracción de tan hermosa materia colorante, por medio de la orina. Con ello echó la base, no sólo

de su propia fortuna (fué cabeza del noble linaje de los Oricellarii ó Rucellai), sino también de la prosperidad de varias ciudades italianas que monopolizaron todo el comercio de los líquenes tintoreros de Levante y archipiélago, griego hasta principios del siglo XV, cuando *Bethencourt* tomó posesión de las islas Canarias y encontró en ellas los líquenes tan codiciados. Más tarde se descubrieron éstos en las Azores, en Cerdeña, Córcega, Zanzíbar y otras partes. Actualmente la mayor parte de los líquenes de orchilla se traen á Europa desde Zanzíbar, Angola, las Canarias y el Perú, donde crecen sobre las rocas á orillas del mar. Contienen diferentes ácidos orgánicos incoloros y cristalizables (llamados lecanórico, eritrínico, rocelínico) que, sometidos á la acción de los álcalis, se convierten todos en *orcina*, que es una sustancia también incolora, cristalizable y fácilmente soluble en agua; bajo la influencia de amoniaco y de aire, se transforma la orcina en la materia colorante propiamente dicha, ó sea la *orceína*, que se disuelve en amoniaco con color violado, volviéndose luego rojo cerezo. Los líquenes molidos se someten directamente al tratamiento con amoniaco, y la pasta que resulta constituye la orchilla del comercio, con la que se prepara también un extracto.

De la especie de líquen *Lecanora tartárea*, natural de las islas escocesas Orkney y Hébridas, se extrae el *persio*, ó añil rojo, materia colorante que descubrió el primero *Cuthbert*, en 1765. El mismo líquen, y otros de los géneros *Lecanora* y *Roccella*, dan también una materia colorante azul, llamada *tornasol*, cuando se someten á una fermentación con cal, carbonato potásico y amoniaco; el tornasol no se emplea en tintorería, pero su tintura y el papel impregnado con ella constituyen reactivos muy apreciados en el laboratorio químico.

El *alazor* ó cártamo es la flor desecada del *Cárthamus tinctorius*, un cardo natural de la India, pero que se cultiva desde antiguo en el Asia Menor, Egipto y el Mediodía de Europa. Los antiguos hebreos empleaban el alazor para teñir, y, según Herodoto, los egipcios extraían un aceite de las semillas del cártamo. El alazor más apreciado proviene de Persia, pues contiene doble cantidad de materia colorante que el de otras procedencias, si bien el pérsico se da de diferentes calidades; síguenle en importancia los productos de la India y de Egipto; del último de estos países se exportan anualmente de 750.000 á un millón de kilogramos de alazor. Las flores se entregan al comercio, prensadas en forma de pequeños panes ó discos, y en ellas se encuentran dos materias colorantes distintas: una amarilla, soluble en agua, que no se utiliza, y otra roja, que se disuelve sólo en líquidos alcalinos, y se llama *cartamín*, el cual tiene un poder colorante tan intenso, que basta una porción muy pequeña de él para teñir una superficie considerable de un hermoso color de rosa. A pesar de la poca duración de semejante tintura, el alazor se emplea en tintorería para prestar brillantes colores rojos y rosados á las telas de seda y algodón, y tam-

bién á los lienzos. En el comercio se encuentra, además, el extracto de alazor, así como el cartamín puro, ó sea el principio colorante de aquél, que se utilizan en la fabricación de flores artificiales y de los afeites más finos. Como el alazor sólo contiene de 0,3 á 0,6 por 100 de cartamin, no es extraño que el precio de este color sea muy elevado.

De la *alheña* ó *alcana*, cuyo principio colorante rojo oscuro produce en los tejidos un violeta poco durable, se conocen dos especies: el onóquiles (*Alcanna tinctoria*), que es una mata de Oriente, y la lengua de buey de los tintoreros (*Anchura tinctoria*), que crece silvestre en los países mediterráneos y se cultiva también en algunas partes, como el Mediodía de Francia. El asiento de la materia colorante es la corteza de la rizoma ó raíz, cuyo cuerpo mismo no la contiene; se extrae de dicha corteza por medio de la bencina, y se emplea principalmente para dar color á las pomadas, aplicándose ya rara vez á la estampación de telas de algodón y seda. Bajo la influencia de los álcalis se convierte en azul el color rojo de la alcana.

Otras materias colorantes rojas, de importancia secundaria, son: la *harmala*, procedente del *Pérganum harmala*, planta de las estepas meridionales de Rusia; la *chica* ó *carajuru*, del árbol sudamericano *Bignonia chica;* el llamado *rojo de Baden*, que se extrae de la medula del *Sorghum saccharatum*, planta natural de China, pero que se cultiva hoy en Alemania como forraje, y un *tornasol* procedente de la mata *Croton tinctorium*, de Levante y del Mediodía de Europa, que se empleaba antes para colorear dulces, licores y la corteza del queso de Holanda ó de bola.

Con el nombre de *palo rojo* ó *del Brasil* importamos de la América meridional diferentes maderas colorantes, cuyos árboles pertenecen todos al género *Cæsalpina*. Entre dichos palos, el llamado de Pernambuco es el más rico en principio colorante, y uno de los que se conocen desde más antiguo; en segundo lugar, se ofrecen el palo de Lima, del Perú y el de Santa Marta, en Colombia; en tercer lugar, el palo de la Jamaica y otros procedentes de Nicaragua y Costa Rica. También el Asia oriental nos da un palo rojo, llamado *sapán*, que viene principalmente de Siawi, pero no es de primera calidad. El principio colorante de estos palos rojos se llama *brasilina*, y sirve, tanto en la tintorería del algodón, la lana y la seda, como en la estampación de telas, para producir colores carmesí, de rosa, púrpura y amaranto, los cuales, sin embargo, son poco duraderos, desapareciendo bajo la influencia de la luz, y tornándose violados ó azulados bajo la de los álcalis y el jabón. El palo rojo se emplea también en la fabricación de una tinta encarnada, así como en la de la laca veneciana.

También el palo de *Campeche* da una materia colorante de un rojo purpúreo, llamada *hemateína*, que resulta fácilmente de la transformación de la *hematoxilina*, ó sea el cromógeno característico de dicha madera. Pero no se em-

plea en tintorería la hemateína preparada, sino sencillamente un extracto acuoso concentrado del palo mismo, que constituye un artículo de comercio desde el año 1839; y debemos añadir que tampoco se usa dicho extracto para teñir de rojo, sino en combinación con otras materias colorantes para producir tintes azules, pardos y negros. El palo en cuestión es el corazón del árbol *Haematoxylon campechianum* (fig. 391), así llamado por haberse encontrado primero en la bahía de Campeche, del golfo de Méjico. Se introdujo por vez primera en Inglaterra el año de 1570; mas como no se sabía entonces fijar el color, el Gobierno inglés prohibió en 1581 la importación del palo, que se siguió, sin embargo, introduciendo en el país bajo otro nombre, durante el siglo XVII, cuando se levantó la prohibición. En 1715 *Barham* transplantó el mismo árbol desde la América Central á las Antillas, donde se desarrolló y multiplicó extraordinariamente.

FIG. 391.—Ramita con flor de *Hematoxylon campechianum*.

Otro palo colorante es el *sándalo rojo*, ó sea el del árbol *Pterocarpus lantalinus*, que no debe confundirse con el sándalo amarillo, tan apreciado por su aroma, y es la madera de *Santalum album* y otras especies. Ambos proceden de la India, y el principio colorante del primero, la *santalina*, no es soluble en agua, sino sólo en lejías alcalinas. La misma materia colorante roja se encuentra también en los palos africanos dichos de *cam* y de *bar*.

Todos los palos colorantes se preparan, para el uso del tintorero, raspándolos, esto es, reduciéndolos al estado de virutas finas, por medio de máquinas especiales. y luego humedeciendo el producto con agua y dejándolo fermentar durante algunas semanas, con el objeto de convertir los cromógenos en las materias colorantes respectivas. Se llaman *cromógenos* ciertas sustancias vegetales incoloras que, mediante procesos como la fermentación, oxidación, etc., se transforman en materias de color; la hematoxilina, por ejemplo, es el cromógeno del palo de Campeche, y el ácido ruberitrino, el de la rubia.

Pasando ahora á los colores vegetales azules, reclama nuestra atención en primer término la *isátida* (*Isatis tinctoria*, fig. 392), llamada también añil ó índigo alemán; es una pequeña planta de la familia de las crucíferas, que se encuentra en estado silvestre en casi toda Europa, y que se cultiva también desde antiguo por el principio colorante azul que contienen sus hojas. Antes que se conociera el añil verdadero, la isátida proporcionaba en realidad la

misma sustancia, que producía asimismo un hermoso tinte azul. Los antiguos griegos se servían ya de la isátida para teñir; los romanos la empleaban, según Plinio, bajo el nombre *glostum*, de origen galo; y se refiere que los bárbaros del Norte de Europa se pintaban la piel con su extracto. En tiempos de Carlo Magno, la isátida silvestre, que se llamaba *evaisda*, se recolectaba y entregaba en los telares imperiales, lo mismo que la rubia. Las primeras noticias relativas al cultivo de la isátida en Suabia, datan del año 1276; en 1290 los ciudadanos de Erfurt sembraron dicha planta en las tierras de los temibles caballeros salteadores que habían vencido, como símbolo de su industria principal, y llevaron su cultivo y empleo como planta de tintes á tal perfección, que se hicieron célebres en toda Alemania; á principios del siglo XVII se practicaba dicho cultivo en nada menos de trescientas aldeas de Turingia, proporcionando beneficios considerables á los habitantes. Mas cuando se introdujo en Europa el añil de la India, decayó rápidamente el cultivo de la isátida, á pesar de las medidas adoptadas para evitarlo. En vano el emperador José II de Austria, y más tarde Napoleón I, se esforzaron por hacerlo renacer; el segundo ofreció un premio de 500.000 francos para la producción lucrativa del añil con la isátida; pero hasta la hora presente nadie lo ha ganado, pues un quintal métrico de esta planta no da más de 260 gramos de añil, y en la actualidad sólo se cultiva en pequeña escala en algunos puntos de Turingia, Franconia, Silesia y otros paises.

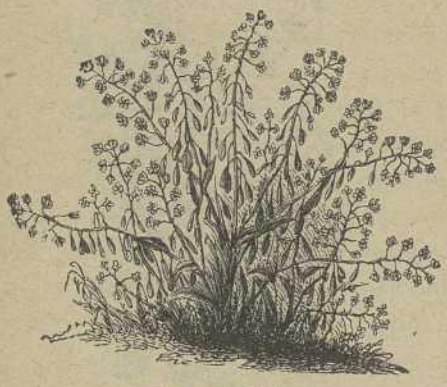


Fig. 392 —Isátida.

Las hojas de la isátida contienen, como dijimos más arriba, el mismo principio colorante que las diferentes plantas añilíferas de la India y de América, esto es, el *añil*, pero en cantidad treinta veces menor que en éstas. Sin embargo, con la isátida se producían antes aquellas hermosas combinaciones de colores, célebres bajo el nombre de azul de Persia, y que se enviaban en gran cantidad á los países de Levante. La isátida seca se entrega al comercio en forma de haces de la planta entera, ó de pequeños panes cónicos ó redondeados, compuestos de las hojas molidas, después de haberlas sometido á fermentación; estas bolas de isátida tienen un color pardusco y un olor ligeramente amoniacal.

El *añil* es la más importante de todas las materias colorantes vegetales; en la antigüedad latina se llamaba *índicum*, ó sea "lo índico,„ y de aquí el nombre de *índigo* que lleva hoy en todo el extranjero. Procede de diferentes plantas de la familia de las papilionáceas ó amariposadas, correspondientes al gé-

nero *Indigofera*, y son naturales de la India, la América meridional y el Norte de Africa. El añil de mejor calidad lo dan: la *Indigofera disperma*, en la India y Guatemala; la *Indigofera tinctoria*, en Madagascar y Santo Domingo (Haití), la *Indigofera anil* (fig. 393) en las Indias Occidentales; la *Indigofera argentea*, en Africa; la *Indigofera pseudotinctoria*, en las Indias Orientales, y la *Indigofera glauca*, en Arabia, Egipto y Argelia. El empleo del añil en la tintorería data de una época muy remota; en prueba de lo cual se citan el palacio del rey Ahasveros, en Susa (Persia), y el manto ó túnica de Mardoqueo, mencionado en el libro bíblico de Ester. Los antiguos griegos traían el añil de la Gedrosia, es decir, de la región hoy llamada Mecrán, al Oeste del Indo, en la costa del océano Índico; también lo conocían los romanos, llamándolo Vitrubio el color índico. Más tarde comerciaron con él los árabes, y el célebre médico Avicena lo menciona repetidas veces en sus escritos, bajo el nombre de *anil*. Pero durante siglos no se supo en Europa de qué se extraía dicha materia; una Ordenanza minera de Halberstadt (Prusia), del año 1705, habla de ella como de un mineral; y por entonces, y á causa de la forma de pequeños cubos sólidos en que se vendía, solía llamarse "piedra de India.„ Sin embargo, el célebre viajero del siglo XIII, Marco Polo, ya se había referido en sus escritos á las plantaciones de índigo que había visto en la India. Descubierta la vía de mar por el Cabo, los portugueses monopolizaron el comercio del añil, hasta mediados del siglo XVI, cuando los holandeses se apoderaron de él; pero su empleo no empezó á generalizarse en Europa hasta el siglo XVII. El año 1631 siete buques holandeses trajeron de Batavia á Amsterdam 290.173 kilogramos de añil, cargamento cuyo valor se calculaba en más de cinco toneladas de oro. Hacia el año 1600 se empezó en Alemania á agregar un poco de añil á los tintes preparados con la isátida, á fin de mejorar el color; esta pequeña adición fué aumentándose poco á poco, hasta que la isátida desapareció de la escena. Mas no se crea que el "añil alemán„ murió sin protesta; al contrario, una Ordenanza de Francfort del año 1577 había prohibido la importación del producto exótico, calificándolo de "color del diablo;„ y posteriormente los cultivadores de la isátida clamaron tanto, que varios Gobiernos alemanes, entre ellos el de Sajonia, prohibieron, de 1650 á 53, su uso bajo pena de muerte; determinación á la que contribuyó también la ignorancia de ciertos tintoreros, que

FIG. 393.—Rama con flores y fruto de *Indogofera anil*.

no neutralizaban bien el ácido sulfúrico en que disolvían el añil, y, por consiguiente, echaban á perder los paños que trataban de teñir. En Nurenberg los tintoreros tenían que prestar todos los años un juramento solemne de no servirse del "ojo del demonio,„ como allí se llamaba al añil. Sólo en 1737 obtuvieron los tintoreros franceses el permiso de emplear las materias colorantes que quisieran.

Los diferentes países europeos consumen hoy al año, añil por valor de 225 á 280 millones de pesetas, en la tintura de la lana, el algodón, el paño, el lienzo y la seda, empleándolo poco en la pintura. Las indigoferas, ó plantas del

Fig. 394.—Cultivo y preparación del añil en Bengala

añil, se cultivan por los ingleses en la India desde 1783, dedicando á ellas, en sólo la provincia de Bengala, nada menos que 390.000 hectáreas (fig. 394). Era antes general la creencia de que las indigoferas habían sido introducidas en América por los españoles; el célebre naturalista Humboldt ha demostrado que la *Indigofera disperma* es indígena de aquella parte del globo; los antiguos aztecas pintaban con añil, al que dieron el gracioso nombre *xiuhquilpitzahuac*, y López de Gomara, un compañero de Colón, describió el pigmento azul que, poco después, se aplicó en Méjico al preparado de una tinta que se usa todavía hoy. Sin embargo, es probable que también se llevaron á América, muy al principio, indigoferas de la India. El año 1699 el cultivo del añil se introdujo en la Carolina (América del Norte); habíase llevado simiente de la planta de la India á las Antillas, y el gobernador Lucas envió una muestra á su hija, que vivía en la Carolina y era muy aficionada á las plantas, y que al cabo de

varios ensayos infructuosos logró criar unas matas hasta la madurez; entonces su padre le envió una persona que sabía preparar el añil. La consecuencia fué que muchos propietarios del país se dedicaron al nuevo cultivo; en los primeros años se enviaron á Inglaterra unos 100.000 kilogramos de añil, y antes de la guerra de 1775 se elevaba la exportación á 550.000 kilogramos. En el primer tercio de nuestro siglo, el regente Mehemed Alí introdujo el cultivo del añil en Egipto, y desde entonces el Gobierno ruso ha hecho lo propio en el territorio allende el Cáucaso.

El añil, es decir, la materia colorante del comercio, no se encuentra en la planta como tal, sino que resulta de un cromógeno incoloro llamado *indican*, contenido en el jugo, y que se transforma en añil por la fermentación de las plantas frescas, ó por la maceración (molienda y lixiviación) de las secas. El primer procedimiento es el más común, y se practica dejando fermentar las plantas con agua y lechada de cal, ó amoniaco, y luego removiendo ligeramente el líquido amarillo-verdoso con palas ó agitadores mecánicos (fig. 394) para que éntre en contacto íntimo con el aire. El añil que se va formando de este modo se deposita sobre el fondo de la vasija, y luego se lava y seca, constituyendo entonces una masa compacta y terrosa, de color azul muy oscuro, de un matiz purpúreo ó violáceo, sin olor ni sabor, no venenoso, é insoluble en todos los medios ordinarios. En este estado se divide en pequeños cubos ó pedacitos oblongos, que se entregan al comercio empaquetados en cajas ó sacas de piel sin curtir. Su componente principal es, por lo general, el principio colorante azul, llamado *indigotina*, cuya proporción determina su valor comercial, variando á veces considerablemente en las diferentes clases del producto, ó sea entre 20 y 90 por 100; además, el añil contiene, como componentes secundarios, un principio colorante rojo y otro pardo, y puede también transformarse en uno amarillo, esto es, el ácido picrínico, el cual, sin embargo, se prepara hoy, por regla general, mediante el ácido fénico.

La indigotina se encuentra también en una planta anual, especie de fagópiro, de la familia de las poligonáceas, llamada añil de China (*Polygonum tinctorium*), por ser natural del Celeste Imperio, donde se cultiva desde tiempo inmemorial para obtener dicha materia colorante. En 1835 se introdujo en Francia, y tres años más tarde en Alemania, con el objeto de cultivarlo en competencia con el añil exótico; pero sus hojas verdes sólo contienen un siete y medio por mil de añil, y el cultivo no produjo el resultado apetecido. En los últimos años le ha salido al añil vegetal un concurrente que con el tiempo podrá resultar temible, y es la indigotina artificial, que se extrae actualmente en bastante cantidad de un derivado del alquitrán, como veremos más adelante.

Entre las plantas que dan materias colorantes amarillas, mencionaremos en primer término la gualda (*Reseda luteola*), que es una planta herbácea bienal,

indígena de la Europa Meridional y Central, que se cultiva á veces por el pigmento (*luteolina*) contenido en la parte superior de sus tallos. No necesitan éstos de más preparación que una cocción con ácido sulfúrico diluído, y produce tintes amarillos brillantes, más estables que otros de procedencia vegetal; pero la gualda se emplea ya poco desde que se han descubierto colores superiores. El mismo principio colorante lo contienen la paja del fagópiro (*Polygonum fagopyrum*), la hiniesta de tintes (*Genista tinctoria*) y la *Serratula tinctoria*, plantas que se empleaban mucho en la tintorería, pero que han tenido que ceder su puesto á otras mejores.

El *palo amarillo* es el corazón de una morera indígena de las Indias Occidentales y del Brasil (*Morus tinctoria*), cuyo principio colorante, la *morina*, se utiliza en la tintura de la lana para producir colores verdes y pardos, y en la de la seda para obtener matices amarillos y verdes. Los robles de tintes de las selvas norteamericanas (*Quercus tinctoria* y *Q. nigra*) nos proporcionan el llamado *quercitrón*, que es la corteza interna de dichos árboles, reducido á un polvo basto, constituyendo una de las materias colorantes amarillas más hermosas que se emplean en la tintorería. *Bancroft* descubrió en 1784 el poder colorante de dicha corteza, y desde 1818 se vienen haciendo ensayos en Francia y Alemania para aclimatar dichos robles. También el llamado *fiset*, ó palo amarillo húngaro, procedente del *Rhus cotinus*, contiene el mismo principio colorante que el quercitrón, y se emplea en la tintura de la lana.

El llamado *orleán* es una especie de papilla que contienen los frutos del bijo (*Bixa orellana*), árbol tropical que crece en la región del río Amazonas; se obtiene ablandando en agua los frutos maduros y abiertos, frotándolos luego sobre tamices, y recogiendo la pasta de color rojo anaranjado que se deposita en el agua; el principio colorante del orleán es la *bixina*, pero no constituye por sí un artículo de comercio. El orleán se emplea en la tintura de la seda para producir un color anaranjado, pero no se usa en la de la lana ni en la del algodón. Mencionaremos además: la raíz amarilla de *Cúrcuma longa*, de la India, con el principio colorante llamado *curcumina*; las bayas de los espinos *Rhamnus amygdalinus* y *R. infectorius*, de los países mediterráneos, que contienen las materias colorantes *xantoramnina* y *crisoramnina;* los llamados granos amarillos de China, ó sean los capullos sin abrir de *Sophora japónica*, cuyo principio colorante es la *quercitrina*, esto es, el mismo que el del quercitrón americano; el azafrán (*Crocus sativus*), que todos conocemos, se apreciaba ya en la antigüedad, y cuya materia colorante es la *crocina*, pero que apenas se usa ya en la tintorería; y, por último, el *wongshy* ó silicuas amarillas de China, es decir, los frutos capsulares (sin las semillas) de una especie de genciana oriental.

La única materia colorante verde, de origen orgánico, que se emplea en la tintorería—salvo las que resultan de la combinación de un azul con un ama-

rillo—es el llamado *to-kao*, ó verde de China, que tiñe directamente la seda de un hermoso color permanente, Se extrae, por medio de agua, de la corteza de dos espinos, *Rhamnus chlorophorus* y *R. utilis*, y se encuentra en el comercio en forma de pequeños discos de color verde azulado. En cuanto al principio colorante verde de todas las plantas, ó sea la *clorófila*, es evidente que podría emplearse en tintorería si su uso no entrañara dificultades, hasta ahora insuperables, pues todavía no se ha podido determinar con precisión la naturaleza química de dicha sustancia.

Colores minerales.—Son muchísimas las materias colorantes que nos proporciona el reino mineral; pero su aplicación directa en la tintorería es menos frecuente que en la pintura, para la cual son mucho más apropiadas. En efecto; pocos colores minerales se combinan directamente con las fibras textiles, y por regla general, se necesita de una tercera sustancia para conseguir la unión, aun cuando ésta no sea más que una mecánica muy íntima, promovida por la formación de la materia colorante en el seno del tejido. Por ejemplo, el amarillo de cromo, que es un color mineral muy usado, se forma de dicha manera sobre la fibra textil, ablandando ésta primero en una disolución de acetato de plomo, y luego haciéndola pasar por otra disolución de cromato potásico; de este modo se forma el cromato de plomo, ó sea el expresado color amarillo, que se precipita sobre la fibra, adhiriéndose fuertemente á ella. De una manera enteramente análoga se tiñe la fibra con azul de Prusia, empleando al efecto una disolución de ferrocianuro de potasio y otra de una sal de hierro. Atendida esta circunstancia, los colores minerales empleados en la tintorería y la estampación de telas podrían llamarse colores químicos; pero semejante denominación suele reservarse para una serie de nuevas materias colorantes, de que nos ocuparemos luego, y además hay unos cuantos colores minerales, como, por ejemplo, el óxido de hierro, que se combinan directamente con las fibras textiles.

Pero las materias procedentes del reino mineral que se emplean en tintorería no son sólo colores propiamente dichos, sino también, y más en especial, sustancias que promueven la fijación de aquéllos; es decir, que determinan las reacciones químicas sin las cuales los colores no se formarían, ó no se precipitarían sobre los hilos ó tejidos. De esta suerte un número considerable de materias incoloras puede mirarse, hasta cierto punto, como colorantes, puesto que sin su auxilio no tendría efecto la tintura. Entre ellas debemos mencionar, ante todo, los llamados *mordientes*, de los que nos ocuparemos con detención más adelante; y despues de éstos viene toda una serie de sustancias minerales que por sí solas, ó en combinación con otras, hallan aplicación en la tintorería y la estampación de telas: tales son, por ejemplo, el alumbre, el sulfato y el acetato de alúmina, el ácido arsénico y el arseniato de sosa, cuyo empleo es hoy bastante restringido por el peligro que ofrecen; el acetato y el

nitrato de plomo, el ferrocianuro y ferricianido de potasio, los cromatos rojo y amarillo de potasa, el sulfato de hierro ó caparrosa verde, el nitrato y el cloruro de hierro, el sulfato de cobre ó caparrosa azul, el acetato de cobre, el cromato del mismo y sus combinaciones amoniacales, el bitartrato potásico, el tartrato emético, el cloruro de estaño, que es una de las materias más útiles para el tintorero, el clorido, acetato y oxalato de estaño, el estañato de sosa, los rodanatos de potasio y bario, etc., etc.; sin hablar de otros muchos ácidos y sales, álcalis y tierras que se emplean para fines secundarios. Al tratar más adelante de los procedimientos de la tintorería, tendremos ocasión de entrar, á este respecto, en algunos pormenores interesantes.

Colores químicos. — Se preparan casi todos con materias que apenas se utilizaban antes, ó que estaban tan lejos de parecer susceptibles de dar hermosos colores, que su beneficio merece llamarse un triunfo de la química que casi no tiene paralelo. En efecto: ¡quién hubiera concedido á la brea negruzca y pegajosa, y á sus derivados inmediatos, el derecho de adornar á las más elegantes damas! Y, sin embargo, en el espacio de corto número de años, los colores extraídos de dichas materias se han conquistado por completo ese puesto de honor, siendo capaces de sustituir á casi todos los colores vegetales y animales antes empleados en la tintorería. De la brea ó del alquitrán, producto antes despreciado, de la destilación seca de la madera y la hulla, ó, para precisar más, de algunos de sus numerosos componentes (anilina, toluidina, naftalina, antracena, benzolia, toluolia, ácido fénico y cresol), proceden la mayor parte de esos colores, llamados, con mayor ó menor propiedad, "químicos." Del ácido úrico contenido en la orina, el guano, etc., se extrae un hermoso color (el murexid), que hoy ya apenas se usa; y constituyen un tercer grupo ciertos colores obtenidos por la descomposición de alcaloides, como la quinina, quinchonina, etc., cuyo empleo es limitado.

El descubrimiento de los colores químicos ha operado una verdadera revolución en el preparado de colores y la tintorería; revolución tanto más interesante, cuanto que no es de siglos pasados, sino de los tiempos más inmediatos al nuestro. En el año 1837 el químico *Runge*, de Oranienburg (Prusia), publicó los resultados de su estudio del alquitrán ó brea de hulla, en la que había descubierto una base salina, orgánica y volátil, que llamó *cyanol*. En 1840 halló *Fritzsche* entre los productos que resultan de tratar el añil con potasa, un aceite básico que llamó *anilina*, y que, en el mismo año, *Erdmann* demostró ser idéntico á la llamada *krystalina*, descubierta ya en 1826 por *Unverdorben*, en el añil; y, por último, el profesor *A. W. Hofmann* confirmó en 1843 esta identidad, demostrando al mismo tiempo que el *cyanol* de Runge, así como el llamado *benzidam*, descubierto por el ruso *Zinin* en la brea de hulla, eran, no sólo idénticos entre sí, sino también á dicha *krystalina* ó *anilina*. Este último nombre se adoptó para la nueva sustancia procedente de la

brea, en vista de su íntima relación con el principio colorante del añil; pero el valor industrial de la anilina tardó bastante en demostrarse, hasta que en 1856 el químico inglés *Perkin* logró producir un violeta de anilina aplicable á la tintorería. Desde entonces, como luego explicaremos, se ha desarrollado rápidamente la nueva cuanto importante industria del beneficio de la brea de hulla, cuyos diferentes productos, especialmente los colores, son cada vez más numerosos.

Al destilar dicha brea se obtiene un líquido oleoso, ligero al principio, y luego cada vez más pesado, que constituye la primera materia utilizada en la parte de la industria que más nos interesa en este lugar; si se sigue calentando, se producen vapores que, al enfriarse, se condensan en forma de masas sólidas y cristalinas. El líquido oleoso se compone, según su naturaleza química, de tres grupos distintos de sustancias diversas: uno tiene un carácter neutral y comprende cierto número de hidrocarburos líquidos, como benzolia, toluolia, xilolia, cumolia, cymolia, etc., así como la naftalina y la antracena, que son sólidos. De los otros dos grupos, uno es de naturaleza básica y contiene anilina, toluidina, picolina y quinolina, mientras que el otro se compone de sustancias de carácter ligeramente ácido, pero que al mismo tiempo pueden considerarse como alcoholes, y son: el fenol ó ácido fénico, y el cresol ó ácido cresílico. Dichos grupos se relacionan de cerca entre sí, de modo que ciertos componentes de uno de ellos pueden transformarse en componentes de los otros, circunstancia de la que se saca partido en la industria; por ejemplo, hoy no se emplea en la fabricación de los colores correspondientes la pequeña cantidad de anilina ya formada en el líquido oleoso de la brea, sino que se produce en gran cantidad por conversión de la benzolia. Sin embargo, para facilitar las operaciones industriales se empieza siempre separando en grupos los diferentes componentes de dicho líquido (los básicos por medio de ácidos, y los ligeramente ácidos mediante bases), de modo que al cabo resulten aislados los neutrales que primero nombramos.

Se distinguen éstos entre sí, en primer lugar, por sus diferentes puntos de ebullición; circunstancia que ofrece el medio de obtenerlos separados, por vía de la llamada destilación fraccionada. Lo que se vaporiza entre los 80 y los 100 grados es el producto conocido hoy en el comercio con el nombre de *benzol* ó *benzolia*, y que constituye la primera materia para la fabricación de los colores de anilina. Debemos advertir que antes se llamaba *bencina;* mas como este nombre se aplica también á otros productos procedentes de la brea de lignito ó del petróleo, exteriormente parecidos al benzol, aunque de constitución química enteramente distinta, se ha adoptado para la bencina procedente de la hulla un nombre distinto, á fin de evitar confusiones. Dicho producto no consiste en benzolia pura, sino que contiene además una cantidad variable de *toluolia*, tanto mayor cuanto más elevada es la temperatura desti-

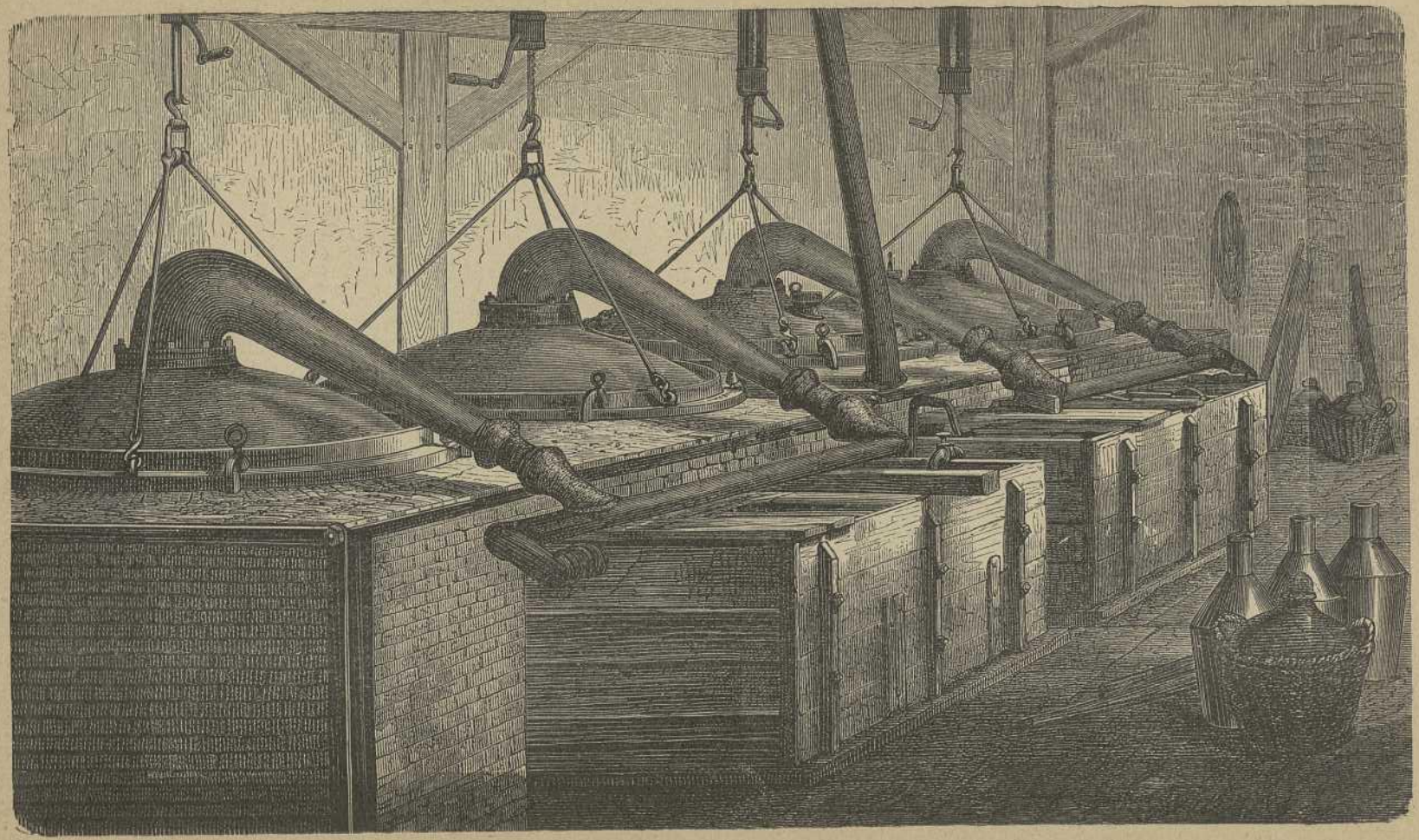
latoria, puesto que la benzolia pura empieza á vaporizarse á los 80 grados, y la toluolia á los 114. Pero esta mezcla no resulta perjudicial para la preparación de colores; al contrario, la experiencia ha demostrado que para producir el violeta y el rojo de anilina, el mejor material es una mezcla de 30 por 100 de anilina y 70 de toluidina, sustancia esta última que resulta de la toluolia por el mismo tratamiento que la anilina de la benzolia. Por sí solas, ni la toluidina ni la anilina dan colores de una hermosura notable, si bien para algunos se necesita anilina pura (negro de anilina y azul de fucsina), y para otros azules y violetas, toluidina pura; y entonces la separación de la benzolia cruda en benzolia pura, toluolia y xilolia se verifica en grandes aparatos de hierro con columna de cobre, como los empleados en la rectificación del alcohol. De las sustancias referidas, la anilina fué la primera que se conoció; y su nombre se aplica común, aunque impropiamente, á toda la extensa serie de colores que proceden de la brea de hulla, muchos de los cuales se obtienen de otros componentes de ésta.

En cuanto á la importancia comercial que ha adquirido la fabricación de los colores de brea en el tiempo relativamente corto de su existencia, pueden formarse idea nuestros lectores sabiendo que el valor de la producción europea en 1878 se elevó á más de 78 millones de pesetas, correspondiendo 46 á Alemania, 13 á Inglaterra, 10 á Francia y 9 á Suiza; y que en 1883 dicho valor subió á cerca de 120 millones, de los que unos 75 correspondieron á Alemania. En la fabricación de colores se consumen anualmente unos 450 millones de kilogramos de brea de hulla.

Consideremos ahora un poco más de cerca estos colores de brea y los procedimientos de su fabricación, clasificándolos como corresponde, según las primeras materias de que proceden, ó sean, generalmente hablando, la anilina, toluidina, fenolia, naftalina, resorcina y antracena.

Colores de anilina.—En este título comprendemos únicamente los colores que se preparan con anilina y toluidina. El fabricante se vale, como primera materia, del producto comercial llamado *aceite de anilina*, ó sea una mezcla de anilina y toluidina que resulta de la transformación de la benzolia cruda, por medio del ácido nítrico, en nitrobenzolia y nitrotoluolia, y la reducción de éstas (mediante hidrógeno, por ejemplo), á anilina y toluidina. En estado de pureza, la anilina es un aceite incoloro, que adquiere gradualmente un color rojo bajo la influencia del aire; sólo se consolida bajo un frío muy intenso, producido por una mezcla de éter y ácido carbónico sólido; su poder refringente es extraordinario, pero es un mal conductor de la electricidad; su olor recuerda el de la miel fresca, y su sabor es aromático y ardiente: en agua se disuelve poco, pero con facilidad en aceites grasos y etéreos, así como en éter y alcohol.

El químico inglés *Perkin*, que en 1856 practicaba ensayos para producir quinina artificial, al tratar la anilina con materias oxidantes, obtuvo una



Aparato para la fabricación de anilina metílica.

masa negra, que se disolvía con color violeta. Este fué el primer color de brea que se entregó al comercio, bajo el nombre de licor de violeta; mas como costaba entonces á razón de 4.000 pesetas el kilogramo, no podía emplearse con ventaja económica en la tintorería, y por esto su inventor no quiso emprender su fabricación. En cambio, algunos industriales franceses, entre ellos Poirrier y Chappat, se aventuraron á ella, y después de modificar el procedimiento de Perkin, obtuvieron resultados relativamente satisfactorios; pero el obstáculo principal consistía entonces en obtener la anilina, que, aunque conocida de los químicos, no era todavía objeto de la preparación industrial. Sin embargo, sabíase que podía obtenerse de la nitrobenzolia, sustancia que se venía produciendo en pequeñas cantidades como esencia artificial de almendras amargas, y esta indicación condujo, por fin, á la verdadera fuente de la anilina, ó sean las fábricas del gas del alumbrado, que producían necesariamente la brea de hulla en grandes cantidades, no sabiendo qué hacer con ella; de dicha brea podía extraerse la benzolia, y ésta se podía convertir en nitrobenzolia y anilina. Vencidas las primeras dificultades de tales operaciones fundamentales, el precio de la anilina bajó rápidamente hasta 150 francos el kilogramo, no tardando mucho en llegar á 25, y descendiendo entonces gradualmente hasta dos francos y medio, que costaba ya en 1869.

Entretanto, es decir, en el año 1859, el profesor *Hofmann* había descubierto que, además del color violeta, podía producirse con la anilina uno encarnado precioso; y *Berguin*, químico industrial de Lyon, ideó un procedimiento para fabricarla en grande, cuyo privilegio de invención vendió á la casa Rénard hermanos. Dieron éstos el nombre de *fucsina* á la nueva materia colorante, que llamó extraordinariamente la atención, y costaba al principio 1.200 francos el kilogramo; hoy vale la misma cantidad de fucsina de 9 á 19 pesetas, según la calidad. Por entonces se introdujeron en el comercio numerosos rojos de anilina de diferentes matices, bajo los nombres de magenta, azaleína, solferino, roseína harmalina, etc., que ya no se estilan: hoy los rojos de anilina preparados por medio de ácido arsénico se llaman simplemente *fucsina*, y los preparados sin dicho ácido, *rubina*. El éxito alcanzado por los dueños del privilegio Berguin dió lugar, en los años inmediatos, á la invención de numerosos procedimientos para preparar la fucsina; mas por muy diferentes que pudieran parecer, todos ellos estribaban, en el fondo, en el mismo proceso químico, ó sea el tratamiento de la mezcla de anilina y toluidina con medios oxidantes, cuyo oxígeno priva á dichas bases de parte de su hidrógeno, transformándolas en una nueva base compuesta, que se llama *rosanilina*, y cuya combinación muriática es la *fucsina*. Así es que los numerosos pleitos que se sucedieron con motivo de dichos procedimientos, se fallaron todos á favor de los hermanos Rénard. Para fabricar la fucsina, se calienta un aceite de rosanilina que contenga una proporción considerable de toluidina,

con ácido arsénico que se desprende de parte de su oxígeno, reduciéndose á ácido arsenioso, formándose al mismo tiempo agua; el producto de esta operación se trata con agua hirviendo, y se descompone por medio de ácido muriático ó clorhídrico, separándose por semejante modo el ácido arsenioso, y formándose muriato de rosanilina, ó sea la fucsina, la cual se precipita de la disolución acuosa mediante la añadidura de sal común, y al cabo de repetidas cristalizaciones se obtiene en forma de preciosos cristales, de brillo metálico verdoso, que se disuelven en agua con color rojo. Los últimos restos de arsénico son muy difíciles de alejar, y por esto se prepara hoy una fucsina libre de arsénico, la *rubina*, calentando hasta cierta temperatura (190 á 240 grados) una mezcla de aceite de anilina con nitrobenzolia y ácido clorhídrico concentrado, ó clorido de cinc.

En Alemania, Inglaterra y Suiza, la fabricación de la fucsina alcanzó pronto grandes proporciones, puesto que dicha sustancia sirve como primera materia para producir otros muchos colores de anilina. *Girard* y *Laire* hallaron que la fucsina puede transformarse en un color violado, el llamado *violet imperial*, que, cuando se calienta con anilina, se convierte á su vez en un precioso azul; pero esto no fué más que el principio de la larga serie de transformaciones de que es susceptible la rosanilina. Dichos químicos obtuvieron de la fucsina el violeta imperial, introduciendo en la composición de la rosanilina, mediante la reacción química adecuada, una molécula de la radical fénica, en lugar de un átomo de hidrógeno; á su vez, el ya citado profesor Hofmann ideó un procedimiento, mediante el cual parte del hidrógeno de la rosanilina resulta sustituído por las radicales alcohólicas etilo y metilo, y la consecuencia práctica fué un violeta que superó en hermosura á cuantos se habían producido hasta entonces, que se conoce con los nombres de *violeta de Hofmann*, *dalia* y *prímula*. Su fabricación tiene lugar en grandes alambiques de cobre de doble fondo, calentados con vapor de agua (véase lámina X), en los que se echa una mezcla de rosanilina, alcohol, yoduro de etilo ó de metilo y potasa cáustica; los vapores resultantes se condensan en un depósito de madera, mientras que en el alambique se forma, según los casos, metil-rosanilina ó etil-rosanilina; es decir, una rosanilina en la que tres átomos de hidrógeno están reemplazados por tres moléculas de metilo ó etilo, y cuyas sales constituyen el precioso violeta expresado. Actualmente se produce este color más ventajosamente, empleando como primera materia la anilina metílica, la cual se obtiene calentando el muriato de anilina con alcohol metílico en autoclaves de hierro esmaltado; el producto se oxida luego por medio de clorato potásico y sulfato de cobre; la masa resultante se disuelve en agua, y el violeta de Hofmann se precipita con sal común.

El *azul de anilina* propiamente dicho, y conocido en el comercio con los nombres *azulina*, *bleu de París*, *bleu de Lyon* y *bleu de nuit*, se puede produ-

cir de diferentes maneras; pero la primera materia empleada es siempre la rosanilina ó la fucsina. Los aparatos usados en esta industria se ven en la lámina XI, que representa el llamado "taller del azul„ en una fábrica francesa de colores de anilina: el primer plano del grabado contiene diferentes vasijas de materiales, filtros, etc.; pero en el fondo están las calderas, en las cuales tiene lugar la transformación de la fucsina, ó de otra sal de rosanilina, en azul, por medio de la anilina. Tienen la forma de retortas, y se hallan dispuestas cada cuatro sobre un hogar común; tienen unas tapaderas atornilladas, á través de cada una de las cuales pasa el eje de un agitador destinado á remover el contenido durante la cocción; todos los agitadores pueden moverse separada ó simultáneamente mediante mecanismos de transmisión, que comunican con un motor de vapor; la tapadera de cada retorta tiene también una pequeña abertura, por la cual se pueden sacar muestras y observar la marcha de la operación, y, por último, el cuello se halla en comunicación con un pequeño depósito, en el cual se condensa cualquier exceso de anilina que se vaporiza. El calentamiento no es directo, sino que cada cuatro retortas están colocadas en un baño de aceite, cuya temperatura hay que mantener, durante varias horas, á una altura casi constante, y que, según la receta que se sigue, varía entre 150 y 210°. Terminada la cocción, el azul puede separarse de diferentes maneras de la anilina que todavía contiene la masa.

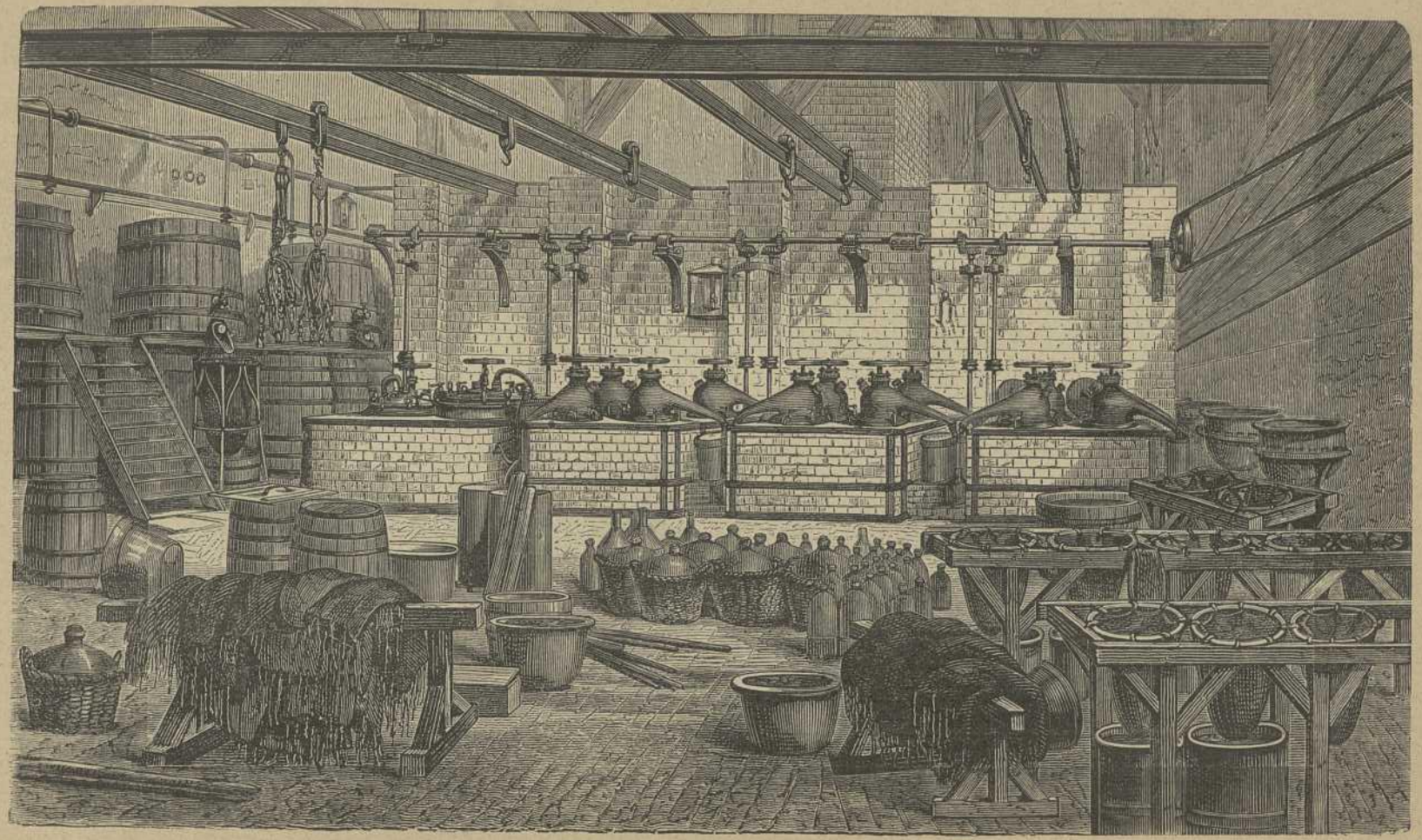
Respecto de la formación y constitución química del azul de anilina, ha hecho Hofmann importantes investigaciones, á las que se debe, entre otros resultados, que, por calentamiento de una sal de rosanilina, ora con anilina, ora con toluidina, se puedan obtener materias colorantes, tanto violetas como azules, según la temperatura y la duración de la reacción. Al principio se forman siempre materias violetas, y más adelante otras azules; el violeta puro es rosanilina monofenilizada, mientras que el azul puro es rosanilina trifenilizada, y como producto intermedio se puede obtener una rosanilina difenilizada; es decir, que estos diferentes productos resultan según que una, dos ó tres moléculas de la radical fenilo de la anilina, desalojan uno, dos ó tres átomos de hidrógeno de la rosanilina, mientras que dicho hidrógeno se combina con el nitrógeno de la anilina, formando amoniaco, que escapa. Por consiguiente, la base contenida en el azul de anilina es una rosanilina en la cual los tres átomos sustituíbles de hidrógeno están reemplazados por tres moléculas de fenilo (procedente de la anilina); dicha base se llama *trifenilrosanilina*, y su combinación muriática es el azul de anilina. Si en lugar de la anilina se emplea la toluidina, se obtiene un azul de un matiz distinto, ó sea el *azul de toluidina*. Ambos azules se disuelven sólo en alcohol, y, por lo tanto, encuentran muy poca aplicación en tintorería; pero con este objeto se transforman en materias solubles en agua, sometiéndolos á la acción del ácido sulfúrico común calentado; el azul de anilina forma con este ácido (de modo aná-

logo que el añil) una combinación, llamada ácido sulfotrifenilrosanilínico, cuya sal sódica constituye el azul soluble en agua. Según la proporción del ácido sulfúrico (una, dos ó tres moléculas), varía la constitución de semejante combinación; es decir, que pueden obtenerse tres ácidos algo diferentes, á los que corresponden tres azules solubles distintos: los llamados *azul de agua*, *azul de álcali* y *azul bávaro*. También se preparan colores parecidos con la *difenilamina*. Con el azul de toluidina la transformación operada por el ácido sulfúrico es enteramente análoga.

Por medio del aldehidro se puede producir el *verde de anilina* ó *esmeraldina*, calentando con precaución esa sustancia con una disolución de sulfato de rosanilina, y agregando al líquido hiposulfito de sosa, ó bien calentando durante mucho tiempo en un autoclave acetato de rosanilina con alcohol metilado y yodo etilado. El producto obtenido por el primer procedimiento se llama *verde de aldehidro*, y el que se obtiene por el segundo, *verde de yodo*. Descubierto por *Eusèbe*, en 1863, el verde de anilina no sólo deja oscurecidos, por su hermosura, á todos los demás verdes, sino que tiene la particularidad de parecer mucho más brillante á la luz artificial que á la del sol. Pero, á pesar de su hermosura, ha desaparecido casi por completo de la escena desde la aparición más reciente del llamado *verde de malaquita*, del que se dan diferentes matices, azulados y amarillentos. Este verde se obtiene tratando anilina dimetilada con benzaldehidro, de lo que resulta una base especial, llamada tetrametildiamidofenilmetan, que, mediante una oxidación suave, se convierte en la materia colorante. Otro color análogo es el *verde de anilina metilada*, obtenido por calentamiento, en un autoclave, del clorido de metilo con una disolución alcalina de violeta de anilina metilada.

Los residuos procedentes de la fabricación de la fucsina se aprovechan para producir otras materias colorantes, como las llamadas *marrón* (castaño), *ceris*, *fosfina*, *granadina* y el *amarillo de anilina*. Este último lo descubrió *Nicholson*, en 1863, y se emplea en la tintorería de la lana y la seda; químicamente se caracteriza por el hecho de contener una base especial, la *crisanilina*, que se halla combinada con ácido clorhídrico ó ácido nítrico; razón por la cual dicho amarillo no se debe confundir con el ácido picrínico, que á veces se designa erróneamente como amarillo de anilina.

El *pardo de anilina*, que estuvo algún tiempo de moda bajo el nombre de *Habana*, se descubrió en 1861 por *Laire*, al calentar azul ó violeta de anilina mezclado con muriato de anilina. Este muriato, calentado con fucsina, da el conocido *pardo de Bismarck*, así llamado por los franceses antes de la guerra franco-alemana, en honor del célebre hombre de Estado: si hoy se propusieran dedicarle algún recuerdo por el orden, escogerían sin duda un color más próximo al negro. Hay también un *negro de anilina*, que resulta cuando se somete el muriato de anilina á la acción del clorato de potasa, en presencia de una



Interior de una fábrica de anilina.

pequeña cantidad de vanadinato de amoniaco; por regla general, dicho negro se produce en tintorería en el seno mismo del hilo ó tejido que se trata de teñir.

El llamado *negro de añil* es un negro de anilina insoluble, que por esta razón se emplea más especialmente en la imprenta.

Colores de ácido fénico.—El fenol, ácido fénico ó carbólico, se encuentra en los aceites pesados de brea de hulla cuyo punto de ebullición es superior á los 180 grados. No hemos de ocuparnos en los procedimientos por cuyo medio se extrae de dichos aceites; baste saber que el ácido fénico, en estado puro, cristaliza en agujas largas é incoloras, que se funden á una temperatura de 37,5 grados, y tienen un olor particular á humo ó creosota, y un sabor ardiente y corrosivo. Dicho ácido es soluble en agua de 20°, que sólo absorbe, sin embargo, el 5 por 100 del mismo, próximamente. Respecto de su carácter químico, el ácido fénico no pertenece á los hidrocarburos, puesto que contiene oxígeno, además de carbono é hidrógeno; aunque es un ácido débil, corresponde más bien á los alcoholes.

Tratado en caliente con ácido nítrico, el ácido fénico se convierte en *ácido picrínico* ó *trinitrofénico*, esto es, en la conocida sustancia amarilla y venenosa que se emplea más especialmente para teñir la seda; siendo su poder colorante tan grande, que basta un solo gramo para prestar á un kilogramo de seda cruda un color amarillo de paja. Un producto que se encuentra en el comercio con el nombre de *amarillo de picrino*, no es ácido picrínico puro, sino que, además de esto, contiene diferentes sales del mismo; su empleo reclama ciertas precauciones, pues es de las materias llamadas detonantes. Sometiendo el ácido picrínico á la acción del cianido de potasio, se obtiene el *ácido isopurpúrico*, que forma sales de hermosos colores rojos, de las que una, ó sea el isopurpurato de amoniaco, se emplea en la tintura de la lana y la seda, con el nombre de *grenat soluble*.

Calentado con los ácidos sulfúrico y oxálico, el ácido fénico se descompone, resolviéndose en la llamada *coralina*, que es una mezcla de varias materias colorantes, una de las cuales es isómera con el *ácido rosálico*, descubierto por *Runge* en 1834; es decir, que su composición cuantitativa es la misma, pero tiene distintas propiedades. La coralina se emplea para teñir de rojo la lana, el algodón, el papel y los jabones, y debe su nombre á que los tintes que produce recuerdan los matices del coral rojo. *Persoz*, que la descubrió, le llamaba *peonina*, en vista de la semejanza de sus matices con los de la peonía. Por desgracia, sus colores no son muy fijos; en cambio, una materia que produce tintes muy duraderos en los matices dichos habanos, es la llamada en el comercio *phenicienne* ó *pardo fénico*, que también se obtiene del ácido fénico sometiéndolo á la acción simultánea de los ácidos sulfúrico y nítrico. También puede producirse con el ácido fenico una materia colorante azul, calentando

la coralina con anilina; dicho color se ha llamado *azurina* para distinguirlo del azul de anilina (azulina).

Una sustancia muy parecida al ácido fénico por sus propiedades químicas es el *cresol*, compañero constante del fenol crudo, del que sólo puede separarse mediante una rectificación muy cuidadosa, teniendo en cuenta los puntos de ebullición de ambos. Antes de tenerse idea de la existencia del cresol, todo el fenol que se entregaba al comercio con el nombre de ácido carbólico, contenía creosota; pero hoy se produce el fenol ó ácido fénico enteramente puro. La creosota de la brea de haya es más rica en cresol que la brea de hulla, á pesar de lo cual constituye ésta la primera materia en la producción de dicha sustancia. El cresol, también llamado *ácido cresílico* y *cresil-alcohol*, se deja nitrar como el ácido fénico, por tratamiento con el nítrico; un producto que se obtiene de este modo, ó sea el *ácido binitrocresílico*, se combina con potasa formando cristalitos brillantes de hermoso color rojo, que se disuelven en agua con un color amarillo intenso, y constituyen un artículo de comercio con el nombre de *azafrán artificial*. Se considera como inofensivo, y por lo mismo se emplea mucho para dar color á licores, pastas, queso, etc., á cuyo fin bastan cantidades sumamente pequeñas. Al aplicarle un hierro candente, este binitrocresilato potásico se inflama y arde como la pólvora; pero tan peligrosa propiedad se anula mezclando dicha materia con sal amoniaco.

Colores de naftalina.—El tercer grupo de los colores de brea procede de la *naftalina*, sustancia incolora, cristalina y de olor aromático, que se extrae en bastante cantidad del aceite amarillo resultante de la destilación del alquitrán, separándose del líquido por presión y sublimación. Su descubrimiento se debe á *Garden*, que lo realizó el año 1820. Tratada con ácido nítrico, la naftalina se convierte en *nitronaftalina*, que se comporta de un modo enteramente análogo que la nitrobenzolia; de modo que de la misma manera que se obtiene con ésta la anilina, puede producirse con la naftalina la *naftilamina*, que es una base que da materias colorantes al tratarse con los reactivos correspondientes. En muchos casos estos colores son de la mayor hermosura, utilizándose principalmente en la industria un pardo, un rojo, un amarillo y un azul de naftalamina. Pero se pueden obtener colores todavía más hermosos partiendo, como base, del alcohol correspondiente á la naftalína, ó sea el *naftol*, del que se conocen dos especies isómeras, el alphanaftol y el betanaftol, que se obtienen fundiendo el sulfonaftalinato de potasa con potasa hidratada. Convirtiendo el betanaftol en sulfoácido y tratando éste con nitrodiazobenzolia ó sustancias análogas, se obtienen preciosos colores amarillos, anaranjados, rojos y violetas, que pueden emplearse en tintorería en lugar de la cochinilla y la orchilla. Semejantes colores se llaman de *azo*, correspondiendo á la clase los llamados en el comercio *bordeaux*, *ponceau*, *orange*, *escarlata de croceína* y otros. Por tratamiento con una mezcla de los ácidos sulfúrico y nítrico, la naftalina se trans-

forma en *ácido pitálico*, que también puede producir diferentes colores amarillos y rojos; uno de ellos, que se obtiene por oxidación del ácido nítrico, tiene gran semejanza con la alizarina, y se llama por lo mismo *naftazarina*.

Colores de resorcina.—Se relacionan en cierto modo con los colores de naftalina, puesto que su fabricación reclama el empleo del ya citado ácido pitálico.

El grupo comprende las diferentes variedades de *eosina* (del griego *eos* "aurora„), la *eritrosina*, *nopalina*, *floxina*, *rosa de Bengala*, *coccina*, *mandarina*, *erisolina* y otros, cuya sustancia madre es la *resorcina*.

El año de 1864 sucedió que *Hasiwetz* y *Barth*, al tratar ciertas gomorresinas con potasa cáustica en fusión, descubrieron una nueva sustancia, que llamaron *resorcina*, en vista de su parecido con la orcina de la orchilla, y teniendo en cuenta su procedencia resinosa. Dos años después halló *Koerner* que dicha sustancia podía obtenerse también de la benzolia, convirtiendo ésta primero en dinitrobenzolia, ésta, á su vez, en parayodofenol y tratando éste con potasa en fusión. Pronto se descubrieron otros medios para obtener la resorcina; por ejemplo, introduciendo vapores de benzolia en ácido sulfúrico caliente, con lo cual se forma el ácido benzoldisulfónico, y fundiendo la sal sódica de éste con un exceso de sosa cáustica. Esta resorcina, pues, es una de las primeras materias necesarias para producir los colores del grupo que nos ocupa; la otra, como indicamos más arriba, es el *ácido pitálico*, ó sea un producto de descomposición de la naftalina.

Si se calienta el ácido pitálico anhidro (libre de agua) con resorcina, hasta los 195 ó 200°, se produce, según los profesores *A. Baeyer* y *E. Fischer*, la taleína de la resorcina, que hoy se llama *fluoresceína*, sustancia que afecta la forma de pequeños cristales de color pardo oscuro, y cuya disolución amoniacal se caracteriza por una preciosa fluorescencia con visos de verde y amarillo. Tratando la fluoresceína con bromo, se obtiene la *tetrabromofluoresceína*, cuya combinación con sodio ó potasio constituye la ya referida *eosina*, la cual se encuentra en el comercio en forma de pequeños cristales brillantes, de color rojo intenso; la disolución sólo aparece roja á la luz transmitida, ofreciendo un color amarillo ó amarillo verdoso bajo la luz incidente. Según su grado de concentración, la disolución de eosina tiñe la seda, la lana y el algodón con preciosos colores rojos, desde el de rosa hasta el de granate. Parece también probable que, con el tiempo, se logrará obtener de la resorcina ó de otras sustancias análogas, los principios colorantes de los palos de Campeche, de Brasil, etc.; pues ya ha descubierto *Kopp* que la resorcina se forma durante la destilación seca del extracto del palo del Brasil. Si la fluoresceína se trata con yodo, en vez de bromo y sodio, se obtiene la tetrayedofluoresceína sódica, ó sea la *eritrosina*, mientras que la *eritrina* es una sal del éter metilado ácido de la eosina, que también se llama *metileosina* ó *primarosa*. La naturaleza

química de otros muchos colores correspondientes al grupo de la resorcina, es todavía un secreto de los fabricantes.

Colores de antraccna.—La imitación, por vía química, de los principios colorantes de la rubia, ó sean la alizarina y la purpurina, no se ha logrado con los derivados de la benzolia ó de la naftalina, sino que la materia primera correspondiente procede de las sustancias que, al destilar el alquitrán ó brea de hulla, tardan más tiempo en salir de la retorta. Estos aceites pesados, que sólo se destilan cuando el contenido de la vasija ha tomado la consistencia de la pez, contienen, en pequeña proporción, una materia, la *antracena*, que tal vez se forma en su seno por efecto de la destilación misma, que se deja separar en estado puro, y que ha sido objeto de muchas investigaciones químicas. De ellas ha resultado, entre otros hechos, que, por oxidación, la antracena se convierte en una sustancia llamada *antrachinon*, que sirve como de puente ó intermediario para la fabricación de la *alizarina artificial*, pues que para obtenerla sólo se necesita agregar á aquél un átomo más de oxígeno. Los primeros que lo consiguieron fueron los químicos alemanes *Graebe* y *Liebermann*, en 1868, que se ocuparon seguidamente de los medios técnicos más á propósito para producirla en grande, con éxito tal, que muchas fábricas dan hoy la alizarina artificial en cantidades enormes.

Para que nuestros lectores formen concepto de la gran importancia de semejante descubrimiento, basta que se fijen en las siguientes consideraciones. Antes de llevarse á cabo, la producción total de la rubia en Europa se calculaba en 47.500 toneladas al año; lo que, á razón de 1.150 pesetas por tonelada, equivale á 54.625.000 pesetas. La inmensa extensión de terreno necesaria para el cultivo de semejante cantidad de rubia se halla ya entregada en gran parte á otros cultivos; pues la alizarina artificial, que se extrae de una materia antes considerada como inútil, se emplea cada día más, en vez de la rubia. Como también se fabrica actualmente una purpurina artificial por medio de la alizarina, se pueden producir todos los diferentes tintes que da la rubia; y como el precio de la alizarina artificial es inferior al del producto natural, es evidente que éste tendrá que desaparecer de la escena industrial. Ya en el año 1878 el consumo de alizarina artificial era cerca de la mitad mayor que el que jamás alcanzaron la alizarina y purpurina naturales en forma de rubia; y en aquella fecha no se fabricaba en Europa más (aunque ya esta cantidad es respetable) de 25.000 kilogramos diarios de alizarina, en forma de pasta de á 10 por 100. Actualmente la producción *diaria* en Europa se eleva á 50.000 kilogramos, ó sea anualmente á unos 18.000.000 de kilogramos de pasta al 10 por 100, lo que equivale á 1.800.000 kilogramos de alizarina pura y seca, con un valor de más de 45.000.000 de pesetas.

La fabricación de la alizarina se verifica de la manera siguiente. La antracena cruda del comercio, previamente sometida á una purificación, se oxida

en grandes cilindros de hierro, forrados con plomo, por medio del bicromato de potasio y ácido sulfúrico. El antrachinón crudo que resulta de esta operación, se purifica por sublimación; y entonces, y por calentamiento con ácido sulfúrico humeante, en calderas de hierro fundido herméticamente cerradas, el antrachinón, purificado, se convierte en ácido sulfoantrachinónico, cuya sal sódica, al fundirse con un exceso de sosa cáustica, se convierte en alizarina sódica. La masa fundida se disuelve en agua, y mediante la añadidura de ácido clorhídrico, se precipita la alizarina en forma de copos de color rojo amarillento. Estos copos, separados del líquido por filtración y sometidos á presión, constituyen, en forma de pasta ó panes, la alizarina del comercio. Secando y calentando con precaución dicha pasta, puede obtenerse por sublimación la alizarina pura en forma de hermosas agujas cristalinas de color rojo de naranja.

El líquido crómico obtenido durante la oxidación de la antracena no se tira después de separado el antrachinón, sino que se utiliza para producir el bicromato de potasio necesario en la fabricación. Debemos añadir que con la antracena no se producen únicamente los rojos de alizarina y purpurina, sino también los llamados *azul*, *violeta*, *naranja* y *pardo de alizarina*, que son igualmente artículos de comercio.

Añil artificial.—Dijimos más arriba que al añil natural le había salido un contrincante; y, en efecto, al cabo de muchos desvelos, el célebre profesor *A. Baeyer*, de Munich, ha conseguido preparar el principio colorante de dicha sustancia, ó sea la *indigotina*, partiendo, como base, de la *toluolia*, que es un derivado de la brea de hulla. Con arreglo al procedimiento ideado por dicho químico, la indigotina ó añil artificial se fabrica hoy en grande del modo siguiente. La toluolia, en ebullición, se convierte primero en clorido bengálico, que, bajo la influencia de ácido acético puro, se transforma en ácido cinámico; tratando este producto con ácido nítrico, se obtiene el ácido ortonitrocinámico, que, bajo la acción del bromo primero, y luego de una disolución alcohólica de potasa hidratada, se transforma á su vez en ácido ortonitrofenilpropiálico, el cual, por último, y bajo la influencia de sustancias reductivas, queda convertido en indigotina, en forma de cristalitos microscópicos de color purpúreo y brillo metálico cobrizo.

Con ser muchos los colores de brea mencionados en las páginas anteriores, estamos muy lejos de haber agotado la serie que de ellos se conoce, y cada año se descubren y entregan al comercio otros nuevos. Con la experiencia ya adquirida en este terreno, no es aventurado afirmar que el número de colores que es capaz de proporcionar la brea de hulla se elevará con el tiempo, no ya á millares, sino á millones. Como se comprende, muchos de semejantes colores no son ni serán utilizables industrialmente, y sólo ofrecen un interés científico,

y queda al juicio de los fabricantes escoger los que resulten más hermosos y permanentes, y cuya producción sea al mismo tiempo económica.

Debemos añadir que, en vista del éxito alcanzado con los colores de brea de hulla, algunos químicos se han dedicado al aprovechamiento, para la tintorería, de la brea de madera. *Reichenbach* ha conseguido obtener directamente de esta materia un hermoso color azul, llamado *pitacal;* mientras que *Pettenkofer* y *Buchner* le han arrancado diversos colores grises de hermoso brillo y muy permanentes, que hace años se utilizan con ventaja en la industria tintorera.

Murexida.—Entre los colores llamados químicos, ocupa un puesto aislado, y ya se halla casi relegada al olvido, la *murexida* (carmín purpúreo ó purpurato de amoniaco), descubierta en 1818 por *Prout* como producto de descomposición del ácido úrico. Es, en cierto modo, la púrpura de los tiempos modernos, y puede extraerse de ciertas materias fecales, como el guano (que, como saben nuestros lectores, es el excremento descompuesto de aves marinas), el excremento de serpientes, la orina, etc. El nombre procede del latín *murex* (caracol), é indica que la materia colorante en cuestión se atribuía el derecho de figurar como descendiente legítimo de la púrpura verdadera, procedente, como ya dijimos, de ciertos moluscos; pero, por desgracia, los tintes de murexida son poco permanentes, y esto impidió pronto su aplicación más extensa en la tintorería y estampación.

COMBINACIÓN DE LAS MATERIAS COLORANTES CON LAS FIBRAS TEXTILES

MORDIENTES

Si se quiere unir permanentemente una materia colorante con un hilo ó tejido, de modo que no sufra alteración bajo la influencia de la luz y del aire, ni se separe por el lavado, es preciso, como antes indicamos, que el color se combine *químicamente* con el material del tejido. Cuando entre las materias colorantes y las que se trata de teñir existe una afinidad química suficiente, la combinación se produce directamente, sin necesidad de sustancias intermedias; y se habla entonces de *colores subjetivos.* Tales son el rojo del molusco de la púrpura, el añil, la rubia, la orchilla, el persio, la orleana (bijo) y el ácido picrínico, que se combinan directamente con la lana; así como el tinte del palo de Campeche, preparado con caparrosa azul, que se combina con el algodón sin que éste se prepare de un modo especial. Pero la mayor parte de las materias colorantes empleadas en tintorería no se une permanentemente con las fibras vegetales ó animales hasta que éstas se han combinado químicamente con otras sustancias, entre las cuales y los colores existe una afinidad química mayor que entre éstos y las fibras. En tal caso se habla de *colores adjeti-*

vos, siendo de ellos ejemplos la cochinilla, el palo amarillo, el palo de Brasil y otros muchos.

Los medios empleados para fijar los colores adjetivos, esto es, para determinar su combinación con las fibras textiles, son los llamados mordientes, que consisten en materias muy diversas, principalmente tierras y sales metálicas, y también en sustancias curtientes. Entre los diferentes materiales textiles, el que tiene mayor afinidad química con los colores y se tiñe más fácilmente, es la lana; á ella sigue la seda, viene después el algodón, siendo las fibras del lino las que más difícilmente se tiñen. Según su grado de durabilidad ó fijeza en los tejidos, los colores se clasifican en fijos y falsos; los primeros resisten las influencias de luz, aire, agua, jabón, lejías alcalinas débiles y ácidos diluídos, mientras que los segundos se alteran más ó menos bajo dichas influencias. Pero aun los colores más fijos ó permanentes no pueden resistir el efecto blanqueador del cloro y la enérgica acción oxidante del ácido nítrico concentrado.

Los *mordientes*, al combinarse con los materiales objeto de la tintura, no sufren alteración quimica, ó bien se descomponen en el acto; pero en todo caso determinan la precipitación de la materia colorante en el seno del hilo ó del tejido; es decir, que la combinación resultante entre el color y el mordiente, ó su componente activo, se reune entonces químicamente con las fibras. Hemos dicho ya que los mordientes varían mucho por su naturaleza, y para fijar los colores en la tintorería se emplean materias, ora inorgánicas, ora orgánicas, ora combinaciones de ambas. Todas ellas tienen que llenar una condición esencial, ó sea la de no perjudicar al color ni á la fibra; y no hay para qué decir que es preciso que tengan una afinidad química marcada, tanto con la fibra como con la materia colorante; por último, conviene que su manipulación no ofrezca dificultades.

Los mordientes minerales más importantes son: diferentes sales de alúmina, de peróxido y protóxido de hierro, de estaño, de plomo, de ácido crómico (cromatos), y óxidos de cromo y de cobre. Entre las materias orgánicas empléanse como mordientes la caseína, la albúmina, el gluten, la cola, el tanino, el ácido elaínico y el tártaro emético. Además se usan mordientes llamados auxiliares, que preparan las fibras para la recepción de los mordientes efectivos: tales son el tártaro, el ácido nítrico, la lejía sódica y combinaciones rodánicas ó sulfociánicas. La alúmina se emplea en forma básica, como sal de alúmina, ó bien en concepto de ácido, siendo el primero el medio más en boga: el alumbre común, los sulfato, nitrato y acetato de alúmina, así como el cloruro de amonio, pertenecen á la primera serie; mientras que corresponden á la segunda los aluminatos de sosa, magnesia y de óxido de cinc. Entre los mordientes ferruginosos, debemos mencionar el sulfato de hierro, ó caparrosa verde, el acetato de hierro, que se emplea principalmente para el negro, y el clorido de hierro. Los mordientes estañíferos se emplean mucho en la tintore-

ría, siendo los más usuales el cloruro de estaño; el llamado baño físico, que es una mezcla de cloruro y clorido de dicho metal, obtenido disolviéndolo en agua regia; una combinación de clorido de estaño con sal amoniaco, y el estañato de sosa. De los mordientes orgánicos sirve la caseína, disuelta en amoniaco y mezclada con lechada fresca de cal, para fijar la orchilla sobre el algodón, y es un medio que no se ha logrado sustituir por otro; el ácido elaínico sólo se emplea en la tintorería de rubia, para fijar el llamado rojo de Adrianópolis; el ácido tánico halla también aplicación en la misma rama, mientras que todos los demás mordientes orgánicos se utilizan más bien en la estampación de telas.

Es un hecho singular que un mismo mordiente, con una materia colorante determinada, produce colores de diferentes tonos en la lana, la seda y el algodón; de lo que se deduce la diversidad de la afinidad química existente entre él y las diferentes fibras. También diversos mordientes alumínicos, con una misma materia colorante, da sobre una tela cualquiera diversos matices; el alumbre, por ejemplo, produce otro color que el acetato de alúmina, y esta última, por sí, produce diferentes colores, según que se emplee en estado neutral ó básico.

El fijar los mordientes en los hilos y tejidos no es una operación tan sencilla como pudiera creerse. Los materiales que se trata de teñir se echan primero en una disolución del mordiente en agua, que se mantiene generalmente en ebullición, tratándose de la lana y los paños, ó se usa sólo templada con la seda, el algodón y el lino, dándose también casos en que dicha disolución no se calienta. La cantidad de mordiente absorbido por los tejidos, etc., depende del tiempo que quedan sumergidos en el líquido, y de dicha cantidad depende á su vez el tono de color que luego se obtiene en la tintura. Sacados los tejidos de la disolución, se fija el mordiente por ventilación ó por tratamiento con estiércol de vaca, salvado ó jabón, y sólo entonces puede procederse á teñir. La ventilación de las telas consiste sencillamente en exponerlas suspensas á una corriente natural de aire, cuya humedad y cuyo oxígeno, en algunos casos, desempeña el papel principal. Para quitar la parte de mordiente que sólo se ha adherido mecánicamente á las fibras y no se halla combinada químicamente con ellas, así como para fijar mejor la parte combinada, se emplea un estiércol de vaca, aunque hoy sólo se usa en la tintorería de rubia. Este baño se compone de estiércol de vaca fresco, agua y creta, y se aplica uniendo los dos extremos de la tela de modo que ésta forme una cinta sin fin, que se hace pasar por dicha mezcla y luego entre un par de cilindros ó tornillos. En lugar del baño de estiércol, tan poco agradable y á veces difícil de preparar, por la carencia del material, se emplean diferentes sustancias, que se llaman comunmente sales de estiércol; tales son, por ejemplo, el fosfato de sosa y fosfato de cal, disueltos juntos; la cola de huesos, el arseniato de potasa y el vi-

drio de agua (silicato sódico) en disoluciones. Antes, y tratándose de matices delicados de color, se empleaba un baño de salvado de trigo ó centeno cocido en agua. Por último, algunos recomiendan, para fijar los mordientes, los jabones de resina, el bórax y el ácido sucínico.

En los últimos años ha aumentado considerablemente el uso, en la tintorería, de la sal de Glauber (sulfato de sosa), que antes sólo tenía una aplicación limitada. Dicha sal se disuelve en agua con mucha facilidad, prestando al líquido, como todas las sales, un punto de ebullición más elevado que el del agua sola. En ciertos procesos tintoreros, un punto elevado de ebullición es muy importante, especialmente tratándose de los colores de anilina, cuyos diferentes matices entre rojo y violeta dependen á veces no más que de la temperatura á la cual se verifica la tintura.

MÉTODOS PRÁCTICOS DE LA TINTORERÍA

Hasta aquí sólo nos hemos ocupado de los trabajos preparatorios de la tintorería, y es llegado el momento de considerar los diferentes procedimientos ó métodos prácticos del arte mismo de teñir. Debemos advertir, en primer lugar, que esta importante industria se practica, como tantas otras, en pequeño y en grande, y que, por regla general, los tintoreros se dedican á una rama especial, distinguiéndose la tintorería de lana, de seda, de algodón y de lino; luego la de añil, de rubia, la de pieles y la de artículos usados, si bien en las grandes fábricas suelen reunirse varias de dichas especialidades.

La operación de teñir se verifica por medio de una disolución ó decocción de la materia colorante de que se trata, líquido que se llama *tintura*, la cual se encuentra en calderas, cuya forma y material no son de ningún modo indiferentes: cuando el calentamiento tiene lugar por medio del vapor de agua, las calderas son de madera, de obra con cemento, ó de cobre; mientras que con fuego directo se emplean de cobre (á veces estañado por dentro), de latón ó de hierro colado. Generalmente hablando, las calderas son redondas y profundas; sólo en la tintorería de la seda, que supone temperaturas más bajas, se emplean calderas de forma ovalada. La lana suelta se echa sin más ni más en la tintura, sacándose luego con varillas; los hilados se suspenden en la tintura sobre palos, y después de teñidos se arrollan por medio de una devanadera situada sobre la caldera; las telas se suspenden mediante un torno colocado horizontalmente sobre la caldera, y que gira continuamente. La figura 395 representa esta disposición del aparato: *C* es la tina de madera que contiene la tintura; *V* señala el tubo de vapor destinado á calentar el líquido, y *E* otro tubo por el que puede introducirse agua fresca en caso necesario; el torno se mueve por un motor mecánico, mediante una correa de transmisión. La inten-

sidad mayor ó menor del color que se quiere producir y la naturaleza química de la materia colorante, determinan la temperatura de la tintura y la duración de la operación. Terminada ésta, se tuercen los hilados para que suelten el líquido, mientras que las telas se suspenden para que goteen y se enfríen. Las de algodón se prensan luego entre cilindros ó se desecan por medio de un aparato centrífugo; las de lana se suspenden en tensión, á fin de que no enco-

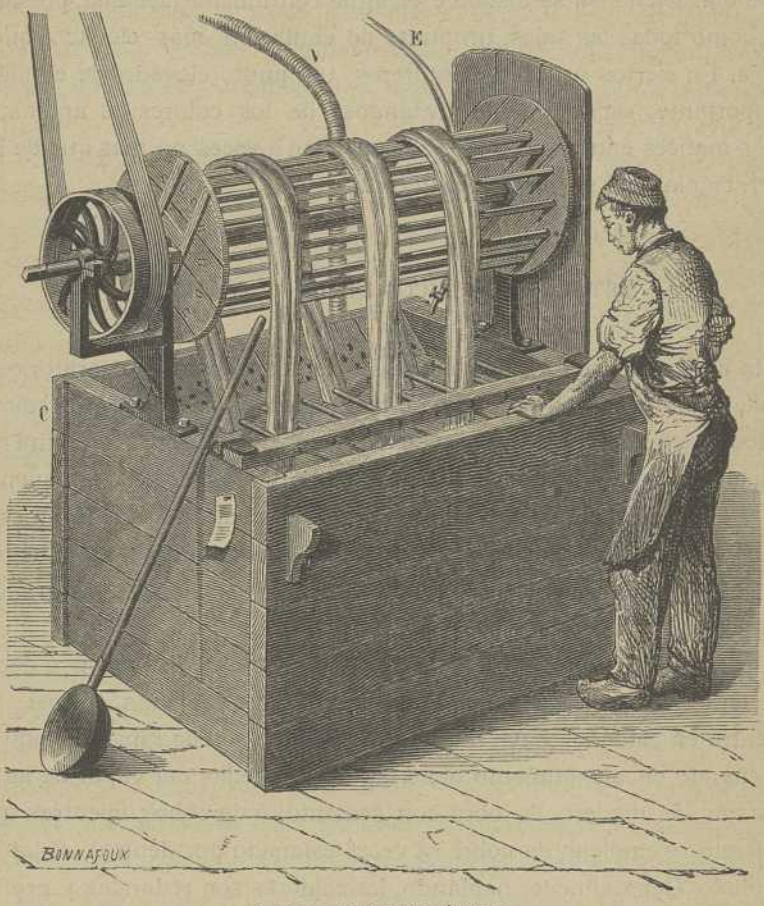


FIG. 395 —Tina para teñir paños.

jan al secarse. Después, tanto los hilados como los tejidos se lavan para quitarles los restos de color que quedan adheridos mecánicamente á ellos, y entonces se secan. Pero con esto no se ha acabado el procedimiento, pues, por regla general, los hilados y tejidos no ostentan los colores con la pureza y hermosura deseadas; los colores tienen que avivarse, como se dice, á cuyo efecto se someten de nuevo á una especie de mordido con clorido de estaño, salvado, jabón ú otras sustancias. En la estampación de telas de lana, seda y algodón, los colores unidos se avivan por medio del vapor.

La *tintorería de lana* supone, como operaciones preparatorias, un lavado

del material crudo para quitar la suciedad y la suarda, su ahuecamiento ó esponjamiento por medio de vapor de agua, y su desulfuración mediante lejía sódica y tratamiento con ácido sulfúrico diluído. La lana se combina directamente con la mayoría de las materias colorantes; pero los colores resultan menos brillantes y fijos que cuando se emplea un mordiente. Para producir lana blanca, basta azufrar, después de lavarla muy bien con jabón; el paño blanco se somete entonces á un baño de creta; muchas telas blancas de lana se azulean ligeramente con un poco de azul de Prusia, ó se les da un ligero tinte violado, á fin de neutralizar el matiz amarillento natural de la lana. Esto es, en rigor, una tintura física, puesto que no se trata de la producción de un color, sino de la destrucción de uno por su color complementario. Al teñirse, la lana aguanta mucho ácido libre sin sufrir perjuicio; pero no le convienen las sales neutras, especialmente las de estaño.

El mordiente más importante para la lana es el ácido tartárico, ora por sí, ora en combinación con los sulfatos de hierro y cobre, con alumbre ó sales de estaño. Dicho ácido suaviza la lana y presta á los colores un tono amarillento; en unión con alumbre, constituye el mordiente para casi todos los colores empleados con la lana, en especial los amarillos, verdes, rojos y pardos claros. Para los colores negros y grises se usan como mordientes el bitartrato potásico y las caparrosas verde y azul; para el gris, más particularmente, el bitartrato con agallas y zumaque; para el azul de Sajonia (sulfoañil) y el verde, alumbre solo: las sales de estaño, siempre en combinación con alumbre y dicho bitartrato, se emplean principalmente con colores escarlatas; las sales de protóxido estánico se usan con el quercitrón y la cochinilla; las sales de hierro con palo de Campeche, dan grises azulados y negros brillantes. Al reunirse el bitartrato de potasa con los demás mordientes referidos, el ácido sulfúrico del alumbre, sulfato de hierro, etc., se combina con la potasa del bitartrato, mientras que el ácido tartárico de éste entra en combinación con la alúmina del alumbre, el protóxido de hierro, etc. Como la tintura estriba en la combinación de determinadas bases (del alumbre, del óxido de estaño, etc.) con las materias colorantes, la adición del bitartrato potásico tiene la ventaja de que los nuevos tartratos resultantes (de alúmina, hierro, etc.) cambian su ácido tartárico por el color, con más facilidad de lo que sucediera con el ácido sulfúrico del alumbre, por ejemplo, por ser este ácido demasiado fuerte. En la tintorería de lana se emplean principalmente colores orgánicos, y en los últimos tiempos más en particular los procedentes de la brea.

En la *tintorería de seda* se trata la seda cruda, ó bien ésta se ablanda y abrillanta antes, quitándole la goma y la cáscara; también es necesario blanquearla si se quiere obtener colores perfectamente puros y hermosos. La seda cruda tiene mayor afinidad química para con las materias colorantes que la preparada, necesitando menos cantidad de ellas, y sólo baños sencillos. Para

producir seda blanca, se cuece el material en una disolución de jabón; luego se azufra, se enjuaga, pasándose, por último, por agua de jabón espumante; generalmente se añade á este baño un poco de orleana, orchilla, añil ó cochinilla para neutralizar el color natural de la seda. Los mordientes que más se emplean en la tintura son el alumbre y el llamado baño físico de clorido y cloruro de estaño. Los colores que proceden de la brea se emplean con mucho éxito para teñir la seda.

La *tintorería de algodón* no siempre supone necesariamente el lavado y blanqueado previo del material, pues tratándose de colores oscuros, los hilados pueden emplearse sin blanquear, con tal de que hayan sido remojados en una disolución de carbonato potásico. Los mordientes empleados con el algodón son: alumbre, acetato de alúmina, los sulfatos de hierro y cobre, el zumaque, el cloruro y el sulfato de estaño, los acetatos de hierro y cobre, y, tratándose de colores de anilina, el ácido tánico. En la tintura del algodón se emplean todas las materias colorantes.

La *tintorería de lino* supone las mismas manipulaciones preparatorias que la del algodón, y, con algunas modificaciones en la composición de los mordientes, los demás procesos, incluso la elección de las materias colorantes, son también, en general, los mismos.

Consideremos ahora la tintura de las diferentes fibras textiles con colores determinados, penetrando un poco en el campo de las ramas especiales de la tintorería. En otros tiempos el tintorero sólo tenía cuatro colores fundamentales: azul, rojo, amarillo y negro; todos los demás eran colores secundarios, que obtenía por mezcla ó alteración de aquéllos. Pero desde que se introdujeron los colores de la brea se producen también, sin mezcla, muchos colores secundarios. Como es natural, para la producción de cada color hay que seguir una marcha especial, determinada por la naturaleza de las fibras que se trata de teñir, y dependiente también de si los materiales se hallan sin hilar, ó bien hilados ó tejidos. Pasaremos, pues, revista á los diferentes grupos de colores, sin descender á pormenores minuciosos, que sólo ofrecen interés para el tintorero de oficio.

La *tintorería de azul* emplea principalmente las siguientes materias colorantes: añil, azul de Prusia, palo de Campeche, y los diferentes azules procedentes de la brea; á ellos hay que agregar, como colores auxiliares, la orchilla, el óxido hidratado de cobre y el azul de molibdeno. El añil es, sin disputa, la más importante de estas materias colorantes, y la tintorería de añil se considera, por lo mismo, como la piedra angular del arte tintorero en general. Son dos los sistemas seguidos: según el uno, el añil ó la indigotina se reduce primero á blanco de añil, para luego oxidar éste en el seno de la fibra, convirtiéndolo nuevamente en indigotina insoluble; según el otro, se procede á la formación del llamado azul de Sajonia por disolución del añil en ácido sulfúrico.

Con arreglo al primer procedimiento, la tintura de añil se produce reduciendo esta sustancia, en presencia de álcalis y tierras alcalinas, á blanco de añil, que es soluble en líquidos alcalinos, mientras que el añil, por sí, no lo es. La operación puede verificarse en frío ó en caliente, en cuyo último caso resulta una fermentación; tinturas frías son las llamadas de vitriolo, de orina, de estaño, de arsénico y de azúcar, mientras que son tinturas calientes las de isátida y de carbonato sódico ó potásico.

La tintura vitriólica fría es la más comúnmente empleada; en ella es agente reductivo el sulfato de hierro, siendo los demás componentes cierta cantidad de cal viva, sola ó mezclada con carbonato de sosa ó potasa, el añil y agua. El añil, finamente molido con agua ó lejía de potasa cáustica, se remueve en la caldera con agua caliente; luego se agrega la porción necesaria de cal, y, por último, el vitriolo, previamente disuelto en agua. Las reacciones químicas que tienen lugar son, en lo esencial, las siguientes: la cal descompone el sulfato de hierro, formándose sulfato calizo (yeso), mientras que el protóxido de hierro priva á la indigotina de cierta cantidad de oxígeno, convirtiéndose en peróxido, y dejando la hermosa materia azul en el estado de una sustancia incolora ó amarillenta, el *blanco de añil*, que se disuelve en el líquido. El yeso y el óxido hidratado de hierro se precipitan al fondo de la vasija, mientras que constituye la tintura propiamente dicha el líquido claro de color amarillo oscuro de vino, que contiene la indigotina disuelta en forma de blanco de añil. Bajo la influencia del oxígeno del aire, es decir, por oxidación, el blanco de añil se vuelve á transformar en indigotina azul, y en esto consiste todo el misterio del procedimiento.

Tratándose de teñir hilados, se cuecen éstos primero en lejía y se enjuagan, y entonces se suspenden en la tintura, sacándose pronto y exponiéndose al aire para que el color se produzca; la misma operación se repite una ó más veces, según la intensidad ú oscuridad del azul que se desea obtener. Las telas se arrollan sobre sí, y luego en torno de un bastidor que, por medio de un sencillo mecanismo, se puede sumergir en la tintura y sacar de ella. Como cada pieza de hilados ó de tela sustrae á la tintura cierta cantidad del blanco de añil, y como al mismo tiempo, y bajo la influencia oxidante del aire, el blanco de las capas superiores del líquido se va convirtiendo en indigotina insoluble que se precipita al fondo de la caldera, hay que agregar vitriolo y cal para reducir y disolver la materia colorante, sacando así el mayor partido posible de la tintura. Al sacarse de ésta, los materiales teñidos tienen un color amarillo verdoso, que por oxidación en la atmósfera se convierte pronto en verde, y luego en azul. Después se lavan y abatanan los materiales. Se puede formar una idea del poder colorante del añil considerando que con un solo kilogramo de él pueden teñirse muy bien de azul oscuro de 125 á 135 metros de tela de lana. Las otras tinturas frías de añil arriba mencionadas no se

emplean tanto como la vitriólica; en cambio se hace un uso bastante extenso, de poco tiempo á esta parte, de otras dos nuevas, ó sean la tintura de cinc, por medio de polvo de este metal, carbonato sódico y amoniaco, y otra basada en una disolución de hiposulfito de sosa.

Entre las tinturas calientes de añil sólo nos ocuparemos de la de isátida, empleada en otros tiempos con esta planta sola, y más tarde con la añadidura de más ó menos añil, pero que hoy ya sólo se usa rara vez. Para prepararla se necesitan isátida, añil finamente molido, rubia, carbonato potásico, cal viva, y también salvado; materias que se calientan con agua hasta que se notan indicios de la disolución del añil, á través de la espuma que se forma en la superficie del líquido; el color de éste, bajo el desarrollo de un olor amoniacal, pasa del azul al verde, y, merced á la acción de la cal, acaba por volverse amarillo de vino, con lo cual está lista la tintura. Esta transformación puede durar en la caldera de tres á seis meses, según la capacidad fermentescible de la isátida; pero de de vez en cuando hay que agregar rubia y salvado para avivar dicha capacidad, y también añil y carbonato potásico, que se sustraen al líquido á medida que se tiñe. La cantidad del añil depende del tinte, más claro ó más oscuro, que se trata de producir. La tintura de isátida puede emplearse con paño y otras telas é hilados para darles un tinte azul definitivo, ó para imprimarlas; es decir, dar el fondo para otros colores oscuros. El tinte de añil producido por las tinturas referidas es el color más fijo que hay; se le da con frecuencia un tono ó matiz violado, echando los materiales, ya teñidos y enjuagados, en una disolución hirviente de sulfato de protóxido de estaño y extracto de palo de Campeche, ó bien en un baño preparado con persio ó índigo rojo.

El *azul de Sajonia*, así llamado por haberlo descubierto en 1740 un inspector de minas de dicho país, de apellido *Barth*, se obtiene disolviendo el añil en ácido sulfúrico humeante. Esta disolución se echa en un volumen de agua diez veces mayor (y damos este giro á la frase porque no debe echarse el agua sobre la disolución), y el líquido diluído que resulta se puede emplear desde luego como tintura; pero como de este modo no se obtienen tintes hermosos, se extrae primero el principio colorante del líquido, ó sea el ácido sulfañílico, por medio de lana; y tratando ésta luego con una lejía de carbonato sódico ó potásico, se obtiene una tintura á propósito para teñir la lana y la seda, previamente mordidas con alumbre y bitartrato de potasa. Hoy puede ahorrarse el tintorero la molestia de disolver el añil en ácido sulfúrico empleando una pasta que se encuentra en el comercio con el nombre de *carmín azul*, y que consiste en sulfato de sosa é indigotina. La producción del añil artificial en el seno de las fibras (hilados y tejidos), por medio del ácido ortonitrofenilpropiólico, que antes hemos mencionado, no ha dado todavía resultados muy satisfactorios en la tintorería propiamente dicha, ni en la es-

tampación; en cambio el azul de alizarina se emplea mucho en vez del añil.

Con el palo de Campeche y la orchilla ó el persio, se producen en la lana tintes semifijos ó falsos. Los tintes azules de la seda se obtienen con añil, azul de Prusia, palo de Campeche y colores de anilina, y también se emplea con ventaja con la seda el llamado añil mineral (molibdato de molibdeno). Para teñir de azul el algodón y el lino, se usa principalmente el azul de Prusia. Este tinte se obtiene mordiendo primero las telas uniformemente con una disolución de peróxido de hierro, y tratándolas luego con otra de ferrocianuro potásico, precipitándose así el azul de Prusia en el seno de las fibras. El hermoso azul francés se obtiene sin mordiente férrico, por medio de una disolución de ferrocianuro ó ferricianido potásico. Los artículos de lana teñidos con azul de Prusia no resisten bien á los álcalis; el efecto del óxido de hierro debilita también las fibras, tanto de la lana como del algodón y del lino, y produce además cierta aspereza en los hilados y las telas. Bajo la acción de la luz, los materiales teñidos con dicho azul se destiñen algo, pero recobran su color en la oscuridad.

En la *tintorería de rojo* se empleaba antes principalmente la rubia, orchilla, palos de Brasil y de sándalo, laca, cochinilla y murexida; pero hoy se usan por lo general los rojos procedentes de la brea de hulla. Casi todos estos colores se emplean para teñir las diversas materias textiles; pero en la imposibilidad de abarcarlos todos en un libro como éste, nos concretaremos á algunos ejemplos.

La *cochinilla* produce en la lana dos colores preciosos: el carmesí y la escarlata. Después de tratada al amoniaco, ó directamente en forma de polvo, se cuece con bitartrato de potasa y clorido y cloruro de estaño; en la tintura resultante se cuece la lana, y después de lavarla se vuelve á cocer en otro baño de cochinilla y clorido de estaño. De este modo se obtiene la escarlata; si al segundo baño se agrega orchilla, se produce un tinte de púrpura ó escarlata con visos azulados; el carmesí se obtiene mordiendo la lana con alumbre y bitartrato potásico, y sometiéndola entonces á la tintura de cochinilla. Con ésta, y mediante ciertas modificaciones en el procedimiento, se pueden producir todos los matices del rojo. La *laca*, con la que se tiñen todavía muchos artículos de lana, especialmente en Inglaterra, se emplea con un baño de palo amarillo, bitartrato y clorido de estaño, en el cual se cuece primero la lana, para luego acabar de teñirla en una disolución de la materia colorante con ácido clorhídrico y cloruro de estaño, diluída con agua. De un modo análogo se tiñe también con las bayas del kermes. En la tintorería de la seda se emplea todavía en algunos casos el *cártamo*, si bien es un color tan poco fijo, que ya no se usa con las demás materias textiles. Antes de la introducción de los rojos de anilina no se conocía para el rojo subido, el de cereza, el de rosa y sus diferentes matices, un medio más brillante que el cártamo, el cual se disuelve

en una lejía alcalina, y se fija sobre la seda por medio de bitartrato potásico, etc. Los *colores de brea* se pueden fijar sin mordientes sobre las materias textiles, especialmente la seda, mediante una disolución acuosa; con algodón se emplean diferentes mordientes, como ácido tánico, tártaro emético, cola, albúmina, gluten y caseína. De todos los rojos de la clase, la *fucsina* es el más hermoso para la seda; pero, por desgracia, se altera mucho bajo la influencia de la luz natural. La *orchilla* daba antes el violeta más hermoso para la seda; mas como color sustantivo tiene también poca fuerza. El *palo de Brasil* se usa principalmente en la tintorería del algodón para producir tintes de rosa, carmesí y amaranto, cuyos colores, sin embargo, son todos falsos. El algodón, previamente cocido en lejía, se echa en un baño de alumbre, recibe un fondo ó imprimación de orleana, y se trata con una decocción de agallas; el mordido se verifica con clorido de estaño, y se tiñe definitivamente en un baño de palo de Brasil, á una temperatura moderada. Con *palo de sándalo* se tiñe todavía con frecuencia la lana de escarlata; aunque el principio colorante de dicho palo no es soluble en agua, la lana se la asimila con sólo cocerla con la madera raspada.

Con la *rubia* se tiñe el algodón por dos procedimientos distintos: el primero, también aplicable al lienzo, produce un rojo no muy hermoso, mediante un mordido con alumbre y acetato de alúmina; el segundo produce el célebre rojo de Turquía ó de Adrianópolis, y constituye una rama especial de la tintorería. Durante mucho tiempo no se sabía en Europa de qué modo se producía el hermoso rojo de fuego que ostentaban ciertos hilados de algodón, procedentes principalmente de Levante, y que se llamaban, por lo mismo, hilados de Turquía. Pero este país no es en realidad la patria de ese género de tintura, que parece haberse originado en la India, en las costas de Coromandel y Malabar, donde se empleaba en ella la raíz de chayaver (*Oldenlandia umbellata*); desde la India se propagó el procedimiento á Persia, Armenia, Siria y Turquía. El año de 1747, un fabricante de Rouen (Francia) hizo venir unos tintoreros griegos, y con su ayuda fundó en dicha ciudad dos tintorerías de rojo de Turquía; en 1756 se estableció otra por un francés que había vivido en Turquía. El Gobierno francés fomentó la nueva industria, y el célebre químico *Chaptal* escribió un tratado sobre el procedimiento. En Inglaterra se estableció la primera tintorería del género el año 1790, en Glasgow. *Koechlin*, de Muhlhausen, en Alsacia, fué el primero que supo teñir de rojo de Turquía las telas de algodón, en vez de los hilados; esta innovación tuvo lugar en 1810, y desde entonces la expresada tintorería se ha desarrollado grandemente en Alemania, sobre todo en las ciudades de Barmen y Elberfed y sus contornos.

La tintorería de rubia ó rojo de Turquía es más complicada que otra rama cualquiera del arte, caracterizándola más especialmente un tratamiento de los hilados, antes del mordido, con aceites grasos. La preparación de los hilados

comprende seis operaciones: 1.ª, la monda de los mismos y su cocimiento con carbonato potásico; 2.ª, su tratamiento en un baño compuesto de aceite de olivas, carbonato de potasa, estiércol de oveja y agua, tratamiento que se repite diferentes veces, después de secar cada vez los hilados; 3.ª, baño principal de aceite, sin estiércol, que se repite de seis á siete veces, secando los hilados cada vez; 4.ª, ablandamiento en lejía potásica diluída y lavado en agua corriente; 5.ª, tratamiento con una decocción de zumaque y agallas, y 6.ª, mordido con una disolución de alumbre, libre de hierro, debilitada con un poco de carbonato potásico y creta. A esta preparación siguen las diferentes operaciones del tinte, ó sean: la sumersión de los hilados en la tintura de rubia, el enjuague de los mismos y su cocimiento con jabón negro y carbonato de potasa para avivar el color, y, por último, su cocción con jabón de aceite y clorido de estaño, que tiene por objeto hermosear el tinte. El teñido de las telas de algodón no difiere esencialmente del de los hilados, pero hay que macerar antes las piezas. Como dijimos más arriba, la rubia ha ido cediendo el puesto á la alizarina artificial, y desde que se ha estudiado mejor el proceso químico relacionado con la fijación de esta materia en las fibras textiles, el procedimiento referido se ha simplificado notablemente; se prescinde, entre otras cosas, del estiércol, y el aceite de olivas se sustituye con un sulfoácido de aceite de ricino.

En la *tintorería de amarillo* la lana se teñía antes principalmente con *gualda*, después de mordida con alumbre y bitartrato potásico; pero hoy se tienen tantos y tan hermosos amarillos procedentes de la brea, que se prescinde por completo de aquélla. El *quercitrón* y el *ácido pícrínico* se pueden emplear también para teñir la lana, y el último es desde luego la materia colorante amarilla más importante para la seda, á la que presta un color pajizo muy delicado. La seda se tiñe directamente en una disolución de ácido pícrínico, sin mordido previo. La gualda produce también en la seda un amarillo muy fijo y hermoso, al que puede darse un tono de oro por medio de *orleana*, y un matiz verdoso agregando un poco de tintura de añil. La orleana por sí produce colores amarillos rosados y de oro; se cuece con carbonato potásico, y la disolución, diluída con agua, se emplea directamente. Además se producen colores amarillos en la seda con cúrcuma, palo amarillo, quercitrón, cromato de plomo y cromato de cinc. El amarillo de orín se produce por medio de peróxido hidratado de hierro, y se obtienen colores análogos en el algodón, empleando materias que contienen ácido tánico, como zumaque, casca de curtidores, etc. Para obtener el amarillo dicho de Nankin se toma el *bablah*, ó sea la cáscara taninífera del fruto de la *Mimosa cineraria*, árbol del Asia oriental que también crece en el Senegal.

La *tintorería de negro* es una de las ramas más difíciles de la industria, pues son pocas las materias colorantes á propósito. Por lo mismo, los tintes

correspondientes que se producen en las fibras textiles nunca son verdaderos negros, sino colores que más se aproximan al negro, y que se obtienen por la mezcla de diferentes colores opacos ó por medio de combinaciones químicas, ó bien, como sucede en la mayoría de los casos, por la unión de ambos procedimientos.

Existe para el tintorero gran número de tintes negros. Para la lana, el más hermoso y fino ha sido siempre el llamado *negro de Sedán*, que se obtiene imprimando los paños en la tintura de añil, y luego sometiéndolos repetidamente á un baño de zumaque, palo de Campeche y sulfato de hierro. Dicho palo, empleado en lugar de añil, da un negro falso. Otros tintes para paño son los *negros de Vienne*, *Ginebra*, *Tours*, *Bedarieux* y de *serosena*, que se producen todos, después de la imprimación con añil, por medio de palo de Campeche con vitriolo ferroso, bitartrato de potasa, zumaque, etc. También la seda se tiñe de negro por medio de dicho palo y el mordiente de hierro ó cromato potásico (negro de palo, negro de cromo), ó mediante materias taniníferas y mordiente de hierro (negro pesado, el mejor, pero también el más caro), ó bien por medio de sulfuros metálicos negros, principalmente el sulfuro negro de mercurio (negro metálico). Pero el *negro de anilina*, introducido en los últimos tiempos, ha desalojado á muchas de las referidas sustancias. Este negro puro se obtiene de diversos modos, por oxidación del muriato de anilina, que puede ser enteramente libre de toluidina; por regla general, dicha oxidación se efectúa mediante el clorato de potasa y sal amoniaco, con añadidura de sulfato de cobre, pues la presencia de una sal metálica que se puede reducir y volver á oxidar fácilmente, es una condición esencial para la formación del negro de anilina. En los últimos años se han empleado, en lugar de la caparrosa azul, sales de vanadina (metavanadinato de amoniaco y cloruro de vanadina), obteniéndose los mejores resultados, pues no hay metal que pase más fácilmente que la vanadina del grado de oxidación más elevado al más bajo, y viceversa. No es obstáculo el elevado precio de dichas sales, pues se necesitan cantidades relativamente pequeñas de ellas, y la vanadina misma siempre se puede recuperar, puesto que no forma parte del negro de anilina, sirviendo tan sólo como intermediario para su formación; para un litro de dicho negro basta un miligramo de vanadina en forma de cloruro, ó del vanadinato referido. Lo mismo que la seda, se tiñe también de negro al algodón; un negro azulado se produce en éste con un mordiente, conteniendo vinagre de madera y el palo de Campeche, y un negro de carbón se obtiene sometiendo, además, el algodón á una decocción de agallas y tratándolo después con un mordiente de hierro. El mismo procedimiento se sigue tratándose de teñir el lino y el cáñamo. Advertiremos, por último, que como la seda y el hilo en madejas para coser se venden al peso, ciertos fabricantes poco escrupulosos falsifican semejantes artículos por medio de combinaciones de plomo, que los hacen más ó menos vene-

nosos para las personas que, al ensartar la aguja, suelen llevar la punta del hilo á los labios; en la seda negra de coser se ha encontrado hasta un 17 por 100 de plomo; semejantes falsificaciones merecen penas severas.

Los tintes *grises* se obtienen de la misma manera que los negros; es decir, produciendo negros de menor intensidad. Los grises dichos de sollo, de hierro y de pizarra, reciben un fondo ó imprimación azul; el gris perla se produce con zumaque y sulfato de hierro; el gris amarillento ó americano, por medio de un baño de palo amarillo y un extracto de agallas. La seda se tiñe de gris con raíz de arlo (*Berberis vulgaris*), añil, cochinilla y alumbre, con ácido tánico y óxido de hierro, y con *bablah* y un mordiente ferruginoso. Las mismas materias se emplean para teñir el algodón y el lino. También en esta rama los grises de anilina y de brea vegetal se vienen usando con preferencia á los anteriores.

En la *tintorería de pardo* se procede por la vía química, ó por medio de mezclas. El pardo químico se produce mediante sustancias curtientes, sobre lana con las cortezas de roble, sauce, aliso, nogal y la cáscara verde de las nueces; sobre seda, por medio de agallas, bablah y catecú; y sobre algodón, con éste último, ó sea el extracto de la madera de *Acacia catechu*. En unos casos se tiñe directamente; en otros mediante mordientes de alumbre y caparrosa azul. Por medio de la pirolusita (óxido de manganeso) se produce en el algodón el pardo de bistro; pero no se emplea hoy el mineral referido, sino las disoluciones de manganeso, tan fáciles de obtener, y que son residuos de la fabricación del hipoclorito de cal. Se obtiene un tinte pardo castaño sobre fondo ó imprimación de orleana, y después de un mordido con alumbre, mediante un baño de los palos de Brasil y Campeche. Mencionaremos el pardo llamado de Viena, con el cual se tiñen los cabellos falsos (hechos con seda), y que se obtiene como el castaño referido, pero tratando éste, después, con sulfato de hierro.

La *tintorería de verde* se funda principalmente en el empleo de mezclas de azul y amarillo. El verde de Sajonia, por ejemplo, se produce en la lana, después de un mordido con alumbre y bitartrato potásico, por medio de un baño de palo amarillo con añadidura de azul de Sajonia (sulfoañil); pero semejante verde es falso y no resiste al lavado. Sobre seda se obtiene un verde fijo, tiñéndola primero con azul potásico, y después con tintura de palo amarillo. El verde de China se emplea en disolución con alumbre. Un verde fijo se produce sobre algodón y lienzo, tiñendo primero estos materiales con una tintura fría de añil, luego mordiéndolos, ventilándolos, y, por último, dándoles otro tinte en un baño de gualda.

Los ejemplos aducidos de diferentes procedimientos tintoreros bastarán para que nuestros lectores formen concepto del arte que nos ocupa. Pero lejos de pretender que les hemos ofrecido más que una ojeada superficial,

debemos confesar, por el contrario, que hemos dejado sin espigar el inmenso campo de la tintorería con colores de brea, por cuanto se refiere á los métodos prácticos. Mas no podíamos proceder de otro modo, pues dichos colores no se pueden considerar desde el mismo punto de vista que los que les precedieron, y respecto de cuyo empleo la tintorería ha formado hace tiempo un esquema reconocido por la ciencia. Los colores de brea, en su mayor parte, son de naturaleza sustantiva; es decir, que se combinan directamente con las materias textiles, y los procedimientos, á veces bastante complicados, á que da lugar su empleo, tienen en la mayoría de los casos un origen puramente empírico, no habiendo sido aún objeto de investigaciones profundas. En la carencia, pues, de un método científico que nos sirviera de guía en semejante laberinto, hubiéramos tenido que exponer en cada caso aislado un procedimiento especial, y nuestra descripción se hubiera reducido á una serie extensa de meras recetas, ajena á la índole de esta obra.

Antes de ocuparnos de la estampación de telas, debemos hacer todavía una advertencia respecto de la tintorería; y es que, mientras muchos investigadores son de opinión que en el acto de teñirse las fibras textiles se combinan químicamente con las materias colorantes, otros muchos insisten en que no sucede tal combinación, sino sólo una deposición mecánica ó un revestimiento de dichas fibras. Es posible que en un caso haya combinación, y en otro una mera adhesión superficial; pero la controversia sigue en pie, y no lleva trazas de resolverse tan pronto.

ESTAMPACIÓN DE TELAS

Hemos dicho que la estampación es una tintura parcial, pues consiste en imprimir á las telas dibujos de color, lo cual puede efectuarse por diferentes procedimientos: uno de ellos, que supone el empleo de materias colorantes adjetivas, consiste en estampar las telas con los mordientes necesarios, y después de alejar con cuidado la parte de mordiente que sólo se ha adherido mecánicamente, someterlas á un baño de tintura, que sólo reacciona sobre los sitios mordidos; según otro, los mordientes con los colores, en estado más ó menos pastoso, se estampan sobre las telas de un modo análogo á como se imprimen las letras ó grabados sobre el papel, mientras que un tercer procedimiento, esencialmente distinto de los anteriores, consiste en morder localmente las telas ya teñidas, haciendo desaparecer su color en determinados sitios, de modo que los dibujos aparezcan en blanco, ó de un color distinto. Es característico del expresado arte el que la estampación sólo se verifica parcialmente, ó sea en determinados puntos de las telas, formando dibujos con dos, y en mu-

chos casos con mayor número de colores, los cuales se combinan con las fibras, del mismo modo que en la tintorería propiamente dicha.

La historia de la estampación de telas empieza en una época mucho más remota de lo que ordinariamente se cree. Dicho arte trae, al parecer, su origen del Oriente, pues Herodoto refiere que los habitantes del Cáucaso adornaban sus prendas de vestir con dibujos de animales y otros objetos, empleando al efecto el jugo de ciertas hojas, con el cual producían colores perfectamente fijos. Durante la campaña de Alejandro Magno en la India, vieron los griegos por primera vez telas de varios colores, y Estrabón celebra la hermosura de las mismas. La cita de Plinio que reproducimos anteriormente, muestra que los egipcios conocían bien la tintura parcial de las telas; pues, como dice, las telas blancas, después de sometidas á la acción de mordientes, se echaban en una tintura uniforme, de la que salían con diversos colores. Ya referimos en la introducción á este capítulo el procedimiento seguido por los malayos para teñir sus telas con dibujos de diferentes colores; y en el museo de la Sociedad Industrial de París se puede ver una gran colección de diferentes artículos teñidos en la India por un procedimiento análogo, junto con los instrumentos empleados en él. También parece que los antiguos mejicanos conocieron la estampación de telas, pues entre las de algodón que Cortés envió á Carlos V, había algunas con dibujos de color.

La cuestión del origen de la estampación de telas ha sido objeto en nuestros tiempos de investigaciones profundas, por la relación que tiene con el origen de las artes reproductoras en general, y particularmente con el de la imprenta y la xilografía. La muestra más antigua que se conserva de tela estampada corresponde, según la opinión del profesor Bock, á últimos del siglo XII, debiéndose, á lo que parece, á un industrial sarraceno de Sicilia, donde por entonces florecía la tejeduría de la seda. Por otra parte, Fiorillo pretende que la muestra más antigua del género es la casulla de la reina Gisella, que, según la inscripción que lleva, debió elaborarse el año de 1031. Pero en éste y parecidos casos es muy difícil demostrar que las figuras no hayan sido pintadas á mano.

Lo que sí puede darse por seguro es que, antes del siglo XII, en Europa como en el Oriente, estuvo todavía muy escasamente desarrollado el arte de estampar dibujos de color en telas lisas de seda, lino, etc., por medio de piezas grabadas de madera; pero que, á partir de dicho siglo, el expresado arte recibió bastante impulso en Levante, en vista de los muchos pedidos que se hacían de telas con dibujos, ó sean las llamadas *pallia holosérica*. Sin embargo, la estampación de telas no se arraigó en suelo europeo antes de fines del siglo XVII. Alemania abrió la marcha, y los primeros y más célebres talleres de estampación se fundaron en Augsburgo, desde donde, en el año 1720, varios maestros en el arte se trasladaron á Hamburgo, á Alsacia y á Suiza.

Augsburgo fué durante mucho tiempo, y aún sigue siendo, un centro importantísimo de dicha industria, que favoreció Federico el Grande en Prusia, en cuya capital se estamparon por primera vez telas de algodón en 1742; actualmente, Berlín es el gran emporio alemán de estos géneros. Austria vió fundarse en 1726 su primera fábrica de estampados en Schwecht, cerca de Viena; más tarde los bohemos se apoderaron de la industria, y en 1788 la fábrica de Leitenberger, en Kosmanos, producía anualmente unos dos millones de varas de telas estampadas. La primera fábrica del género en Sajonia se fundó el año 1740, en Zschopau, y por este mismo tiempo se montaron otras en Silesia y la Prusia renana.

La estampación se inauguró en Francia el año 1746, en Mulhausen, ó Mulhouse (Alsacia), donde estableció una fábrica, en unión con un tal Schmelzer, el célebre *Koechlin*, cabeza de toda una generación de industriales; y todavía hoy las fábricas alsacianas de estampados y de máquinas gozan de legítima fama. Además, la industria de que tratamos se desarrolló en Normandía, especialmente en la ciudad de Rouen. En Inglaterra el estampado de algodones fué introducido en 1690, á lo que parece, por un hugonote francés que montó una fábrica cerca de Richmond, á orillas del Támesis; otra se estableció poco tiempo después en Bromley Hall, condado de Essex. Cuando en 1700, y á petición de los tejedores de seda y lino, el Parlamento inglés prohibió la importación de telas de la India, aumentó el número de las fábricas de estampados, especialmente en los alrededores de Londres; mas como el desarrollo de la nueva industria redundara en perjuicio de los tejedores de seda á cuyo favor se había hecho aquella prohibición, el Gobierno, para protegerlos más eficazmente, prohibió de una manera terminante el uso de las telas estampadas de algodón. Diez años transcurrieron hasta que se logró en Inglaterra el permiso para estampar telas mixtas, es decir, con urdimbre de lino y trama de algodón; y aunque en 1774 se derogó esta ley, en cambio toda la industria de estampados de algodón se vió recargada con un impuesto oneroso, que tuvo que sufrir hasta 1831, cuando se declaró libre. Pero á pesar de esa rémora, en ninguna parte fué tan notable el desarrollo de la estampación como en Inglaterra; buscando los fabricantes las ventajas de la fuerza motriz barata, abandonaron las cercanías de la capital para fijarse en los distritos carboníferos, y desde 1764 Clayton, en el condado de Lancashire, vino á ser el núcleo principal, en torno del que se levantaron fábricas innumerables, que contribuyeron poderosamente á la prosperidad nacional.

Pero lo que dió lugar al incremento casi fabuloso que tomó la estampación, como luego veremos, fué más especialmente el progreso de la mecánica, que permitió sustituir los procedimientos manuales, antes en boga, por otros mecánicos, mucho más rápidos y perfectos. Hasta en el último cuarto del siglo pasado se estampaban las telas únicamente á mano, empleándose primero

tablas de madera, en las que estaban grabados los dibujos, y más tarde moldes, en que las partes más finas de los dibujos estaban representadas por laminitas y alambres de latón. Se creyó haber realizado un progreso inmenso cuando Schuele sustituyó dichos moldes con planchas grabadas de cobre, valiéndose de una prensa de mano para estampar. Luego se fueron inventando prensas mecánicas ó máquinas de estampar de diversa construcción, sucediéndo á la de *Fuchs*, en Viena (1821), las del inglés *Palmer* (1823), del francés *Perrot*, en Rouen (1833), de *Leitenberger*, en Bohemia (1836), y de *Miller*, en Manchester (1839), todas las cuales se basaban en el principio de la estampación plana con modelos en relieve. Pero el ideal de la estampación mecánica sólo se alcanzó mediante el empleo de cilindros, en cuya superficie se graban los dibujos, ora en relieve, ora en rebajo. Ya en 1770, dos ingleses, *Carlos Taylor* y *Tomás Walker*, de Manchester, habían obtenido privilegio de invención de una máquina cilíndrica de estampar, y quince años después el escocés *Bell* inventó otra, que se montó en Morsey, cerca de Preston, en el condado de Lancaster. No podemos detenernos en considerar hasta qué punto esta máquina se identificaba con otra construída en 1780 por el alsaciano *Oberkampz;* pero ésta nos interesa más especialmente, porque á su célebre inventor (fig. 396) le corresponde el mérito de haber introducido la estampación mecánica en los países del continente, contribuyendo no poco al desarrollo de la industria en Francia la fábrica de estampados que montó en Jouy, cerca de Versailles. Mediante la máquina, no sólo se estampa mucho más rápidamente, sino con mucha mayor perfección; con ella un solo operario produce tanto como antes hacían á mano cien operarios con sus correspondientes cien ayudantes, y se ha conseguido ya estampar, en el breve espacio de una hora y con cuatro colores distintos, una pieza de tela de una milla inglesa (1.609 metros) de largo.

FIG. 396.—Ernesto Felipe de Oberkampf.

Al lado de la invención de la misma máquina podríamos señalar otras

muchas relacionadas con la estampación, y que han contribuído al mayor perfeccionamiento de este arte; pero nos limitaremos á decir que la combinación de cilindros de madera con dibujos grabados en relieve, con cilindros de cobre que llevaban los grabados en rebajo, se debe al inglés *Burton*, y se aplicó por vez primera, en 1805, en la fábrica de Roberto Peel, padre del célebre hombre de Estado. Al par de los adelantos en el terreno puramente mecánico, fueron también realizándose notables progresos en los procedimientos químicos de la estampación, merced á los estudios de numerosos hombres de ciencia é industriales inteligentes; citaremos, por ejemplo, á los alemanes Schöppler, Hartmam, Dingler, Koechlin, Dollfus, Bolley y Kopp; los franceses Berthollet, Dufay, Hellot, Bovet y Persoz, y los ingleses Bancroft, Thomson, Crum y Roberto Peel. Este último, simple aldeano en un principio, se elevó, merced á su inteligencia y energía, á la cumbre industrial y social, habiendo llegado á ocupar 1.800 trabajadores en su fábrica de estampados, y á ser miembro del Parlamento; fué para dicha industria lo que el célebre Arkwright para la filatura.

FIG. 397.—Muestra de estampado alsaciano.

Para que nuestros lectores tengan una idea del inmenso desarrollo de la industria de que tratamos, diremos que en la Gran Bretaña, y á mediados del siglo pasado, se estampaban anualmente unas 50.000 piezas de tela de algodón; el año 1796 se elevaba ya la producción á un millón de piezas; en 1830 pasaba de 8.600.000, y en la actualidad se estampan anualmente en dicho país

unos 25 millones de piezas, ó sean mil millones de metros; progreso maravilloso que no se registra en otra industria alguna, salvo la de tejidos. En los tres grandes países industriales del viejo mundo, Inglaterra, Francia y Alemania, la estampación de telas se halla al mismo nivel de perfección, aunque, respecto de la cantidad de productos, Inglaterra deja muy atrás á sus contrincantes; los estampados ingleses se caracterizan por la fijeza de sus colores, la hermosura y uniformidad de la impresión, y el apretado más cuidadoso; los franceses se distinguen más bien por la elegancia y buen gusto de los dibujos, así como por la brillantez de sus colores, mientras que los productos alemanes, sin desmerecer de los anteriores en cuanto á la permanencia de colores y elegancia de dibujos, son notables por su mayor baratura. En la fig. 397 reproducimos una elegante muestra de estampados de algodón para muebles, fabricado en Alsacia.

PROCEDIMIENTOS DE LA ESTAMPACIÓN

Respecto de los medios mecánicos, se distinguen los procedimientos siguientes: 1.°, estampación á mano por medio de bloques de madera grabados, ó de clichés metálicos de ellos, con los dibujos en relieve; 2.°, el método mecánico de Perrot, según el cual se estampa de una vez todo el ancho de la tela mediante tablas grabadas en relieve; 3.°, la estampación plana en la prensa por medio de planchas grabadas de cobre, medio que ha caído completamente en desuso; 4.°, la estampación cilíndrica en máquinas especiales, mediante cilindros de cobre grabados en rebajo; y 5.°, la estampación de alto relieve mediante cilindros grabados en relieve. Respecto de las materias textiles objeto de la operación, se distingue la estampación de telas de algodón, de lana, seda y telas mixtas que reclaman diversas modificaciones, y también varían los procedimientos con una misma clase de tela, según la naturaleza química de los colores y los modos de aplicarlos.

Al describir los diferentes modos de estampación, lo haremos en vista de las *telas de algodón*, que son para el caso las más importantes. Estas telas se someten á una preparación especial: en primer lugar se chasmuscan ligeramente, pasándolas entre los cilindros calentados de un laminador, ó sobre un cilindro fijo caldeado (compárese la fig. 386); luego se blanquean y se secan, y, por último, se pasan por un calandrio, entre dos cilindros de masa de papel y uno de cobre, que les prestan una superficie lisa y uniforme. Si la estampación tiene lugar en máquinas cilíndricas, se unen previamente por los extremos varias piezas de tela, arrollándolas todas sobre un rodillo, á fin de que la operación se verifique con mayor continuidad.

La *estampación á mano*, que se halla todavía en uso, siendo indispensable

para determinados objetos, sobre todo tratándose de cortes ó piezas de forma especial, se basa en el empleo de pequeños bloques grabados en madera, llamados modelos, que en Alemania suelen ser de pera silvestre, en Francia de tejo ó de boj, y en Inglaterra de diferentes maderas tropicales. Como semejantes modelos se desgastan pronto, no se emplean hoy directamente, sino que desde el año 1837 se sacan de ellos matrices de yeso, y se forma sobre esta base un número ilimitado de clichés, mediante una aleación de plomo, bismuto, estaño y cadmio, siendo tales planchas las que usa el estampador. La opera-

Fig. 398.—Estampación á mano.

ción está indicada en la fig. 398: la tela, previamente arrollada sobre un rodillo, y colocada en un extremo de una mesa larga, se extiende sobre ésta, y á medida que se estampa va elevándose sobre un rodillo, suspendido del techo, para dar lugar á que se sequen los colores. Delante de la mesa se halla dispuesta sobre carriles la caja del color, que contiene un paño fijo en tensión en un bastidor, sobre el cual extiende un muchacho la materia colorante; el estampador aplica el cliché sobre dicho paño primero, y luego sobre la tela; le da un golpecito con una pequeña maza de madera, vuelve á entintar, y repite la misma operación en otro sitio, guiándole los marcadores que lleva el modelo. Tratándose de la estampación de varios colores, se necesitan otros tantos modelos ó clichés, que se aplican sucesivamente. Por lo demás, en la estampación á mano se siguen diferentes procedimientos, según la naturaleza de los colores;

por ejemplo, unos se emplean en frío, otros en caliente, y los hay que no consienten el contacto con el aire.

La *estampación de Perrot* se verifica por medio de la máquina que éste inventó en 1833, y en la que, por regla general, tres modelos tableados, con los dibujos grabados en relieve, se colocan en diferentes ángulos de inclina-

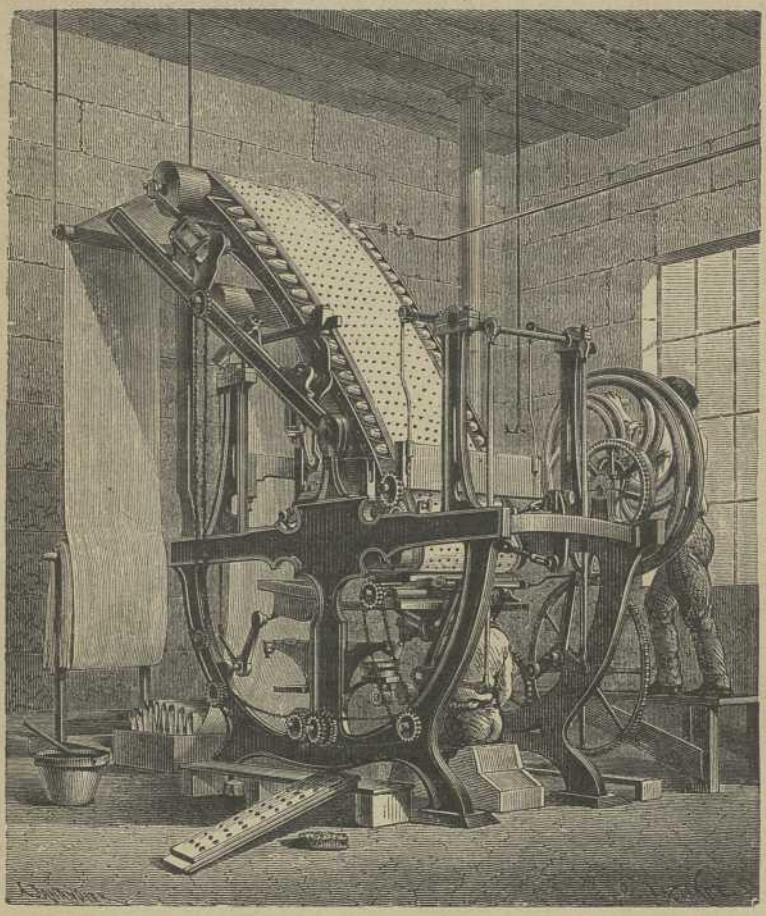


FIG. 399.—Perrotina.

ción, de modo que se aplican sucesivamente contra la tela. Dichos modelos reciben los colores, ó se entintan, por medio de rodillos, como en una máquina tipográfica, y cada vez avanza la tela un trecho igual al ancho del modelo; de modo que, al salir de la máquina, resulta estampada en tres colores; pero se construyen también *perrotinas* (como se llaman estas máquinas), que estampan cuatro colores á un tiempo, á cuyo efecto tienen cuatro modelos. Una perrotina ordinaria, manejada por dos hombres, produce en un día tanto como cincuenta estampadores á mano.

La fig. 399 nos ofrece una vista completa de la perrotina. Haremos una breve descripción del mecanismo impresor de esta máquina, para que nuestros lectores puedan tener idea del modo como funciona el indicado mecanismo.

La tela de cuya estampación se trata, se mueve en torno de tres rodillos, deslizándose, por consiguiente, sobre dos planchas de hierro fundido, perfectamente planas, que ocupan los espacios entre dichos rodillos; estas planchas se hallan unidas entre sí por un armazón de hierro; pero nuestros lectores tienen que figurarse dicho armazón prolongado hacia arriba, detrás del rodillo superior, y sosteniendo una tercera plancha, pues en realidad esta perrotina tiene tres. Estas tres planchas constituyen las platinas ó mesas de estampación, y á cada una corresponde un modelo ó tabla estampadora que, mediante adecuado mecanismo, se aplica contra la tela en un momento dado. Uno de los modelos se mueve en sentido vertical á impulso de palancas, y una excéntrica fija al árbol motor de la máquina; cada caja ó tintero contiene el color correspondiente al modelo, y una almohadilla que descansa sobre un rodillo sumergido hasta la mitad en dicho color líquido; al bajar el modelo, la almohada avanza sobre él, y le da color, retirándose seguidamente, y entonces el modelo se eleva y estampa los dibujos en la tela. Los otros dos modelos se encargan de estampar otros colores, y cada uno tiene su tintero correspondiente, ejecutando movimientos análogos á los del ya referido; de modo que la tela recibe, por tres impresiones simultáneas, un dibujo de tres colores.

La *estampación cilíndrica* es el procedimiento gracias al cual la industria que nos ocupa alcanzó su inmenso desarrollo; pues el efecto continuo de las máquinas de cilindro, no sólo permitió la elaboración en gran cantidad, merced á su rapidez, sino que dió lugar á una estampación más uniforme y hermosa.

Una máquina cilíndrica, de la construcción más sencilla, se compone esencialmente de un sistema de cilindros, cada uno de los cuales responde á un objeto distinto. Un cilindro hueco de cobre, en cuya superficie externa se halla grabado en rebajo el dibujo, se reviste con el color por medio de un rodillo que gira dentro de la caja ó tintero correspondiente, y acto continuo una raedera quita el color sobrante de la superficie del cilíndro, dejando sólo entintadas las partes grabadas. Otro cilindro de hierro fundido, revestido con un paño espeso, se oprime mediante un sistema de palancas y contrapesos contra el cilindro grabado, y entre ambos se desliza la tela, recibiendo la impresión, para pasar luego entre otros cilindros calientes, á fin de que el color se seque pronto.

Aumentando el número de semejantes sistemas de cilindros en una misma armadura, se puede estampar á un tiempo con diferentes colores, y

causa maravilla ver hasta qué grado de perfección se ha llevado la construcción de estas máquinas cilíndricas, pues no sólo en la estampación de telas son muy comunes las de doce colores, sino que en la de los llamados papeles pintados se emplean hasta de veinte. Nuestra fig. 400 ofrece la vista de una

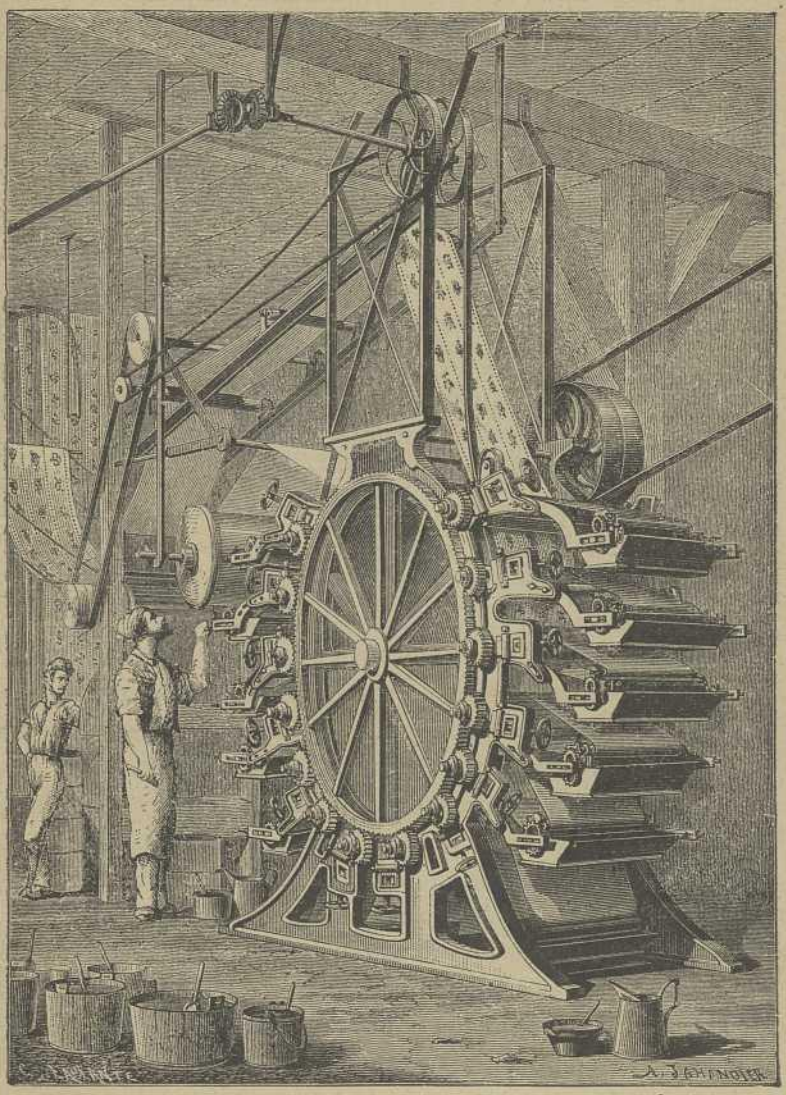


FIG. 400.—Máquina estampadora cilíndrica.

máquina de catorce colores, es decir, de catorce cilindros estampadores, con sus correspondientes tinteros, etc., dispuestos en torno de un gran cilindro de presión. La tela arrollada sobre un tambor suspendido desde el techo en un lado de la máquina (el izquierdo en nuestro grabado), va circulando en torno del cilindro de presión, recibiendo sucesivamente las impresio-

nes de los catorce cilindros grabados, y sale estampada en la parte superior del lado opuesto.

La preparación de los cilindros estampadores reclama mucho cuidado, y se verifica de diferentes modos. Los cilindros mismos se funden con cobre, latón ó una aleación especial, y se someten á una compresión mecánica, procediéndose luego á tornearlos, y, por último, á grabarlos. Tratándose de grandes dibujos, que ocupan todo el ancho del cilindro y sólo se repiten después de dar éste una vuelta entera, es preciso grabar á mano toda la superficie. Se procedía antes de la misma manera con los dibujos más pequeños; pero actualmente se gana mucho tiempo empleando al efecto, esto es, para grabar dibujos que se repiten, tanto en el sentido del ancho como en el de la circunferencia del cilindro, la llamada *moleta*, que es un pequeño cilindro macizo de acero, grabado como corresponde. Esta moleta se endurece y, mediante una prensa á propósito, se hace rodar bajo una fuerte presión, sobre la superficie del cilindro de cobre ó latón, en la que deja estampado el dibujo; entre las circunferencias del cilindro y de la moleta hay que guardar una proporción muy exacta, para que después no se note dónde empieza y dónde acaba el dibujo, pues la menor señal de una unión ó falta de continuidad se reproduciría necesariamente en la tela, con perjuicio grave del efecto. De aquí que, á pesar de su pequeñez, una moleta bien hecha es un objeto muy caro. Tratándose de dibujos sencillos, compuestos sólo de pequeñas estrellas, puntos y florecitas uniformes, el grabado del cilindro se verifica directamente por medio de punzones, es decir, pequeñas matrices de acero que llevan grabada la estrella ó florecita en cuestión, y se aplican contra la superficie del cilindro dándoles un golpe de martillo para que produzcan la depresión correspondiente. Las diversas combinaciones de líneas se producen en la superficie de los cilindros por medio de la máquina de guilloquis; y, en suma, hallan aplicación en el grabado que nos ocupa todos los variados medios mecánicos que referimos en el tomo I de esta obra al tratar de las artes reproductoras: máquina de rayar, pantógrafo, galvanoplástica, etc. En general, la estampación de telas, en cuanto á su parte mecánica se refiere, se relaciona estrechamente con la imprenta y estampación de grabados, y se vale, por lo mismo, de muchos aparatos y medios auxiliares empleados en estas artes. También se estampan telas en máquinas que tienen cilindros de madera, en cuya superficie los dibujos se hallan grabados en relieve, ó bien en las que un cilindro de hierro se reviste con los clichés correspondientes, hechos con una aleación blanda. La combinación en una misma máquina de un cilindro grabado en rebajo con otro grabado en relieve, se emplea hoy rara vez.

Del grabado de semejantes cilindros de madera, así como del de los modelos planos que se emplean en la estampación á mano y con la perrotina, se encarga el xilógrafo ó grabador en madera, de cuyo arte también tratamos en el

tomo I de esta obra. Aquí, lo mismo que con el metal, no sólo se vale del buril, sino también de otros medios á propósito: por ejemplo, tratándose de puntos y líneas finas que se quiere que resalten bien en la estampación, se clavan en los sitios correspondientes del modelo pedacitos de alambre, laminitas de metal puestas de canto, etc. También, y aparte de la formación de clichés por los medios ordinarios, determinados dibujos suelen grabarse en rebajo en la madera á fuego, es decir, quemándolos mediante puntas candentes deacero, y estos grabados sirven entonces de matriz para la producción de clichés metálicos en relieve. La fig. 401 da idea de esta manera de proceder: el bloque de madera en cuya superficie se halla trazado el dibujo, se coloca debajo de un aparato, de modo que la punta de acero, mantenida constantemente candente por medio de dos llamitas de gas del alumbrado, va quemando la madera, guiada convenientemente por el operario, quien por medio de una pedal hace bajar ó subir la punta, regulando así la profundidad del grabado, y para los diferentes casos tiene á mano una colección de puntas de diversas formas. Este procedimiento ahorra mucho tiempo, y claro está que, una vez grabado el modelo, se puede obtener con él un número ilimitado de clichés.

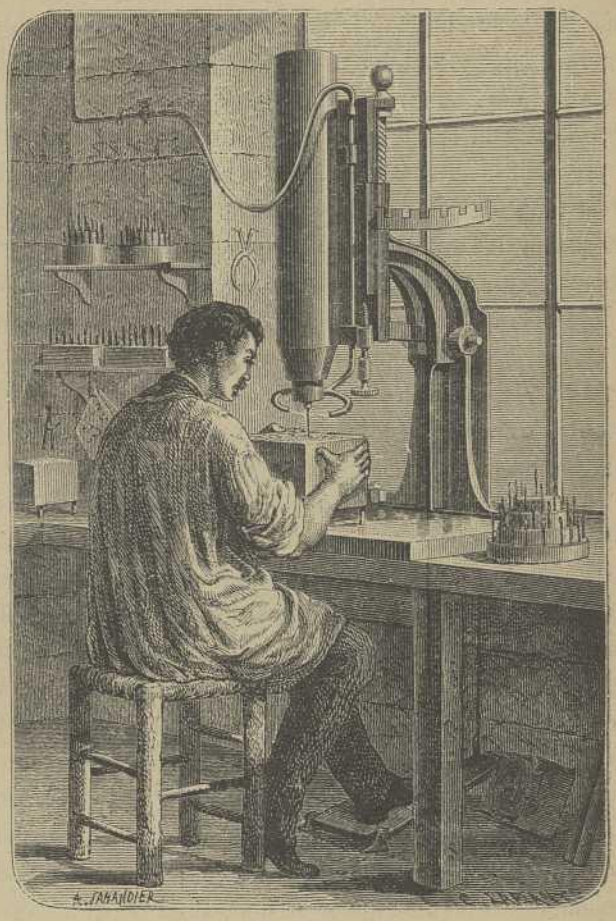


FIG. 401.—Grabado á fuego de los modelos.

Los *colores* empleados en la estampación de telas, esto es, los que se estampan, en el sentido propio de la palabra, lo mismo que los correspondientes mordientes, se diferencian de los usados en la tintorería propiamente dicha por su consistencia; es decir, que, lejos de constituir tintes muy líquidos, deben tener cierto grado de pastosidad, á fin de que puedan adherirse á los modelos,

cilindros y rodillos, y que al estamparse no se corran, sino que den contornos definidos y limpios. Esta consistencia especial se consigue por medio de materias encrasantes que, además de producir el efecto deseado, no deben perjudicar á los colores como tales. Se emplean principalmente sustancias mucilaginosas ó papillosas, como hafina ó fécula de trigo, maíz ó patatas, dextrina, goma arábiga, del Senegal, tragacanto, salep y albúmina, que se obtiene artificialmente para este objeto, en grandes cantidades, del líquido de la sangre; más raramente se emplean la arcilla de pipas, el sulfato de plomo y la cola, y sólo en casos determinados el azúcar de cal, el clorido de cinc y el nitrato de este metal. Las sustancias más comunmente usadas son las diferentes gomas referidas y la fécula, y la experiencia ha demostrado que la del maíz es la más á propósito; en tiempos recientes se ha aplicado al mismo objeto la glicerina.

Como *mordientes* empléanse en la estampación de telas, más que en la tintorería, las sales que sólo contienen ácidos flojos y que, por consiguiente, se separan con mayor facilidad de sus bases, de modo que éstas puedan combinarse más rápidamente con las fibras y los colores. Se emplea, por ejemplo, en alumbre, el acetato de alúmina ó el aluminato sódico; el acetato de hierro en vez del lugar de otras sales de este metal. Para muchos colores mixtos, actualmente de moda para vestidos y muebles, el mordiente más en boga es el acetato de cromo, que produce sobre los tejidos los tintes más fijos.

Con el fin de que las fibras de algodón tomen mejor los colores, se tratan previamente sus tejidos con sustancias ricas en nitrógeno, como caseína (con cal), gelatina, albúmina y otras análogas. Este procedimiento se llama *animalisación*, y por él se consigue principalmente que el algodón obre, respecto de los colores, de un modo parecido que la lana; también ofrece el medio de estampar tejidos mixtos, al menos con ciertos colores.

Respecto del modo de aplicar los colores y mordientes sobre las telas, se distinguen diferentes modos de estampación, ó sean para los tejidos de algodón, los llamados estampación en la caldera, de imprimación, de reserva, al ácido, de fayenza, de supresión, al vapor, de aplicación, y la de los colores de anilina. Los mismos modos, con ligeras modificaciones, se aplican á la estampación de los tejidos de lino; pero en la de los de lana y seda se siguen procedimientos distintos, como veremos más adelante. Debemos advertir que no todos los expresados métodos consisten en una estampación de los colores mismos; con arreglo á algunos de ellos sólo se estampa el mordiente que pone á la tela en condición de recibir y fijar el color en los sitios mordidos al sumergirse en una tintura líquida; según otros, por el contrario, se estampan las telas con ciertos preservativos, precisamente en los puntos que no han de teñirse.

En la *estampación en la caldera*, las telas blancas (hablamos siempre de las de algodón y de lino) se estampan cuidadosamente con un mordiente, y

después de fijado y secado éste se tiñen en una caldera, como en la tintorería propiamente dicha; los sitios mordidos toman y fijan el color, mientras que las partes restantes de la tela, ó sea el fondo, se tiñe tan débilmente, que el color se quita con facilidad mediante un lavado con jabón ó una sustancia blanqueadora floja. Tratándose de la rubia, por ejemplo, el trabajo comprende las operaciones siguientes. Se aplica primero el mordiente por medio de una máquina cilíndrica, empleando un cilindro estampador distinto para cada color ó matiz que luego ha de ostentar el dibujo. Hecho esto, se seca y ventila la tela, es decir, que se suspende en espacios calentados, y se somete después á un baño de estiércol de vaca, que tiene el mismo objeto que en la tintorería ordinaria. Luego se tiñe en una tintura líquida de rubia, bastando el primer baño para los dibujos más ligeros, pero siendo necesario repetirlo una ó más veces para los matices más profundos. Después, la tela teñida se lava en un baño de jabón y se aviva, apareciendo entonces los colores en toda su pureza y hermosura. También para esta última operación puede emplearse un baño de salvado. La rubia y el añil mantienen todavía su puesto predominante en la tintorería, y la primera, en especial, ó, mejor dicho, la alizarina artificial, sigue á la cabeza de los colores rojos, tanto en vista de la hermosura de sus tonos ó matices, como de su fijeza; por esto, es decir, en atención al extenso empleo de dicha materia colorante, la técnica se ha dedicado siempre preferentemente á perfeccionar su extracción. La garancina representa el primer éxito en este terreno, y luego vinieron otros extractos de rubia que contenían el principio colorante, en estado todavía más puro. Pero estas preparaciones sólo resultaban á propósito para la tintorería propiamente dicha, ofreciendo, en cambio, las mayores dificultades su aplicación por medio del modelo ó la máquina de estampar. Por fin se logró resolver el problema, estampando primero las telas con mordiente y luego aplicando en la máquina el extracto de rubia disuelto en amoniaco, sosa ó jabón; procedimiento que se ha ido perfeccionando, sobre todo, con la ayuda de preparados de rubia cada vez más puros. Además, se ha conseguido estampar directamente la alizarina artificial sobre telas no mordidas de antemano. En cuanto al azul, el de alizarina es actualmente uno de los colores artificiales que más se emplea en la estampación de telas, pareciendo más á propósito para el objeto que la indigotina ó añil artificial.

El modo de *estampación por imprimación* supone un mordido uniforme de toda la tela, sobre la cual se estampan entonces parcialmente diferentes colores, ó bien una estampación local del mordiente sobre una tela de fondo de color uniforme, y la producción de un dibujo de color distinto mediante una tintura de caldera. En el primer caso, se somete la tela entera á un baño mordiente y pasa luego por la máquina dicha de imprimación ó de fondos, consistente en dos cilindros de latón revestidos con un tejido de algodón, entre

los cuales la tela resulta oprimida, fijándose la parte necesaria de mordiente y alejándose la sobrante. La tela seca se lava, se somete al baño de estiércol ú otro análogo y se estampa entonces en ella el dibujo de color; hecho lo cual se torna á lavar, y en caso necesario se aviva por medio de otro mordido. Este procedimiento es más especialmente á propósito para colores minerales, como el azul de Prusia, el amarillo de hierro, el verde de cromo, etc., y se aplica con preferencia á la estampación de las telas de lino.

La *estampación de reserva* debe su nombre al hecho de que, aplicando una sustancia protectora, llamada por los franceses *reservage*, se impide el teñido de determinadas partes de la tela. Las sustancias de reserva son de naturaleza diversa: en unos casos se emplea la cera, mezclas de resina y sebo ó parafina, ó de sebo y mucílago gomoso; en otros, se aplica á la tela una pasta compuesta de una sal de cobre (acetato ó sulfato), arcilla de pipas y goma; ó bien, tratándose del añil, se evita la tintura de los puntos que se quieren reservar por medio de un simple mordido de los mismos; ó, por último, y tratándose de la tintura en la caldera, las sustancias de reserva se mezclan con los mordientes respectivos y se estampan juntos. Preparadas de una ú otra manera, las telas se tiñen en la caldera, y después las partes protegidas se limpian dejando los correspondientes dibujos en blanco.

La *estampación del ácido* tiene por objeto quitar por medio de un ácido el mordiente en determinados puntos de la tela, previamente mordida en toda su extensión, de modo que, después de teñir, dichos puntos aparezcan en blanco. Por ejemplo, se estampa primero el dibujo con ácido, y luego, mediante una imprimación á máquina, se da un fondo oscuro, de manera que aquél se destaque luego en claro sobre éste. Los ácidos empleados al efecto son los ácidos cítrico, málico, fosfórico, arsénico, oxálico, el clorido de estaño y otros; debiendo ser de naturaleza tal, que no ataquen las fibras de la tela ni los cilindros de la máquina, y sean además fácilmente solubles en agua. Para los mejores efectos de la estampación se da mayor consistencia á dichos ácidos, mezclándolos con goma del Senegal y arcilla de pipas, ó bien con dextrina.

La *estampación de fayenza* es un modo especial por el que se obtienen dibujos azules sobre un fondo blanco, debiéndose el nombre á cierto parecido de las indicadas telas con la antigua loza de Fayenza. Mas no se crea que dicho modo es de origen europeo; se practica en la India desde tiempo inmemorial, habiéndose introducido en Europa sólo á principios del siglo pasado. Para esta estampación no se puede emplear más que el añil en estado de polvo sumamente fino, que se estampa con sulfato de hierro sobre la tela blanca, por medio de los modelos de mano ó en la máquina; por medio de agua de cal y una disolución de dicha caparrosa, se transforma entonces el añil azul en blanco de añil, el cual penetra en las fibras del tejido, y al exponerse luego al aire se oxida, convirtiéndose nuevamente en azul insoluble. También

pueden producirse dibujos verdes, sometiendo la tela previamente estampada de azul á una tintura amarilla.

Mediante la llamada *estampación por supresión* (francés *enlevage)*, se priva de su color en determinados puntos á una tela teñida de antemano. Esto se consigue estampando con sustancias que desprenden ozono, de modo que el procedimiento es una especie de blanqueadura parcial. Tratándose del añil, se emplea al efecto ácido crómico, clorido de hierro, ó bien el llamado líquido de Mercer (una mezcla de ferricianido de potasio con potasa); para la rubia ó alizarina se emplea el cloro. Por ejemplo, para producir un dibujo blanco sobre un fondo uniforme de rojo de alizarina, se estampan los puntos correspondientes con un mordiente ácido, y se pasa luego la tela por una disolución de hipoclorito de cal. Las sustancias empleadas para quitar ó hacer desaparecer el color pueden ser al mismo tiempo los mordientes necesarios para una estampación ulterior de un dibujo de color sobre los puntos blanqueados.

La *estampación al vapor* se ha practicado desde fines del siglo pasado, en vista del libro antes referido de Bancroft, sobre tintorería, en la cual demostró que se puede emplear el vapor de agua para fijar los colores; pero el primero en aplicar este procedimiento en mayor escala fué Dolfus, que lo introdujo en Alsacia el año 1810. Con arreglo al mismo, las telas necesitan ser mordidas para la mayor parte de los colores; una vez estampadas, se suspenden en espacios cerrados, exponiéndose al vapor de agua, que penetra á una presión elevada; hay que tomar todas las precauciones necesarias para que no caiga sobre las telas el agua resultante de la condensación del vapor. Hay diferentes modos de someter la tela á la acción del vapor: según uno, se arrolla en torno de un cilindro hueco de paredes perforadas, en el cual entra el vapor; según otro, se tiende sobre bastidores en un depósito á través del cual pasa un tubo de vapor; otro modo consiste en suspender las telas en cámaras herméticamente cerradas y provistas de válvulas de seguridad, ó, por último, la tela estampada se dobla y envuelve en un paño de lana, suspendiéndose en una caja de cobre, en la que penetra el vapor después de privado de su agua de condensación. A veces se da á las telas un brillo metálico, como de cobre; lo que se consigue revistiéndolos con una capa muy tenue de un sulfuro metálico, que se produce tratando la tela estampada con un color que contiene una sal metálica con vapor de agua impregnado de hidrógeno sulfurado.

En la *estampación de aplicación* se emplean como colores mezclas de mordientes y materias colorantes que reciben la consistencia necesaria para ser estampadas con la máquina. Por este procedimiento sólo se producen tintes falsos, porque las materias colorantes no se combinan con las telas de una manera duradera; sin embargo, muchos de los colores expresados se pueden fijar permanentemente, tratando las telas estampadas con vapor de agua. Es verdad que algunos colores, llamados de aplicación, se estampan en estado disuelto,

y se pasan gradualmente, en el seno de las fibras, al estado insoluble; pero en su mayoría dichos colores (ultramarino, amarillo de cromo, etc.) se estampan sin disolver, y sólo se adhieren á las fibras merced á la sustancia empleada para darles consistencia. Esta sustancia suele ser la albúmina, aunque se sustituye con frecuencia por preparados albuminosos procedentes de la sangre y de las huevas de pescado. Al tratarse la tela estampada con vapor, la albúmina se cuaja, fijando de este modo los colores en las fibras.

La *estampación de los colores de anilina* reclama otras manipulaciones que la de los colores ordinarios, y se practica de diversos modos. Generalmente hablando, se estampa el color mezclado con el mordiente, se seca la tela, se somete al vapor, y, por último, se lava, ó bien se estampa sólo el mordiente en estado espeso ó consistente, fijándolo después por secamiento al aire ó por medio del vapor, y entonces se tiñe la tela en un baño líquido de anilina. Los mordientes empleados con los colores de anilina son el tanino y el tártaro emético, y se da la consistencia necesaria á las mezclas de éstos con los mordientes por medio de albúmina, gluten, caseína, cola, aceites grasos, ácidos oléicos, disoluciones de resina, etc. El negro de anilina se produce ó crea, digámoslo así, en el seno de la tela misma.

Todos los modos de estampación descritos hasta aquí se refieren á las telas de algodón, y con ciertas reservas á las de lino; pero algunos de ellos pueden aplicarse también, con modificaciones, á los tejidos de lana, seda y mixtos. Es asimismo muy común en la industria que nos ocupa la combinación de varios de dichos procedimientos cuando se trata de estampar dibujos muy complicados. Por ejemplo, si una tela blanca de algodón se estampa primero en una máquina de cuatro colores con los mordientes correspondientes al negro, púrpura y dos matices de rojo, tiñéndose luego en un baño de alizarina; si después, y con modelos de madera, ó la máquina de dos colores, se estampan en la misma dos diferentes mordientes de hierro, tratando luego con agua de cal, lavando y secando; y si, por último, se vuelve á estampar con un azul y un amarillo determinados, fijando luego estos colores por medio del vapor, resulta, en suma, una combinación de la estampación á mano, la cilíndrica, la perrotínica y la de vapor, que produce un dibujo con los colores negro, púrpura, dos rojos distintos, dos pardos, un verde y un amarillo sobre fondo blanco. Si se quisiere complicar todavía más el dibujo, podría apelarse además á los procedimientos dichos al ácido y de reserva; es más, se dan dibujos que suponen la combinación de casi todos los modos referidos, y, por lo tanto, como se comprende fácilmente, mucha inteligencia y destreza de parte del estampador. Añadiremos en este lugar que desempeñan hoy un papel muy importante en la estampación de telas las llamadas *combinaciones rodánicas*, ó sean las de azufre con cianógeno, combinadas con ciertos metales (ródano de bario, de aluminio, de amonio, de potasio), pues por su medio se puede

estampar un color cualquiera sobre otros ya estampados, lo que simplifica las operaciones de un modo notable.

La *estampación de tejidos de lana* supone un procedimiento especial, que difiere bastante de los seguidos con el algodón, merced á la afinidad particular de la lana para con las materias colorantes. Este material, en forma de una especie de franela llamada *golgas*, se estampó por vez primera en Inglaterra, el año de 1680, por medio de planchas de plomo con dibujos calados; la tela se comprimía entre dos de esas planchas, después de impregnarla con una tintura caliente, cuya parte sobrante hallaba salida por las aberturas de aquéllas; pero este procedimiento no se practica ya. El que está actualmente en boga se inició en Sajonia el año 1810, si bien en un principio sólo se estampaba á mano con modelos de madera, mientras que hoy se emplean prensas, perrotinas y máquinas cilíndricas. La preparación de las telas de lana, consistente en su blanqueado y azufrado, reclama mucho cuidado; pero después, la afinidad dicha entre las fibras y las materias colorantes simplifica el trabajo, pues hace innecesaria la imprimación con mordientes minerales y permite la mezcla del mordiente con el color; éste se fija luego por medio del vapor de agua, al que deben someterse las telas suspendidas ó extendidas aisladamente, pero no dobladas.

Un procedimiento especial de la estampación de lana, aplicada principalmente á las franelas ligeras, pero que hoy se practica poco, es el llamado de relieve. Las telas no necesitan ser cocidas ni mordidas; los colores, mezclados con fécula ó goma de Senegal para darles la consistencia necesaria, se estampan por medio de modelos grabados de latón en una prensa caliente, y después de secarse la tela no se quita el medio encrasante, de modo que el dibujo aparece ligeramente en relieve.

La estampación de los *tejidos mixtos*, de algodón y lana, es más difícil que la de las telas simples, porque los colores y mordientes á propósito para el algodón no lo son para la lana, y hay colores que se fijan fácilmente en la lana, y con dificultad en el algodón. La mayor afinidad de la lana para con las materias colorantes tiende, por regla general, á determinar una tintura desigual de ambas clases de fibras, y esto es lo que la inteligencia y habilidad del estampador están llamadas á evitar. Las telas mixtas tienen que recibir una imprimación con mordiente, como si fuesen de algodón; pero antes hay que blanquearlas con cuidado, y también animalizar en muchos casos, como dijimos antes, tratándolas con sustancias ricas en nitrógeno. La fijación de los colores tiene lugar por medio del vapor, como con las telas de lana.

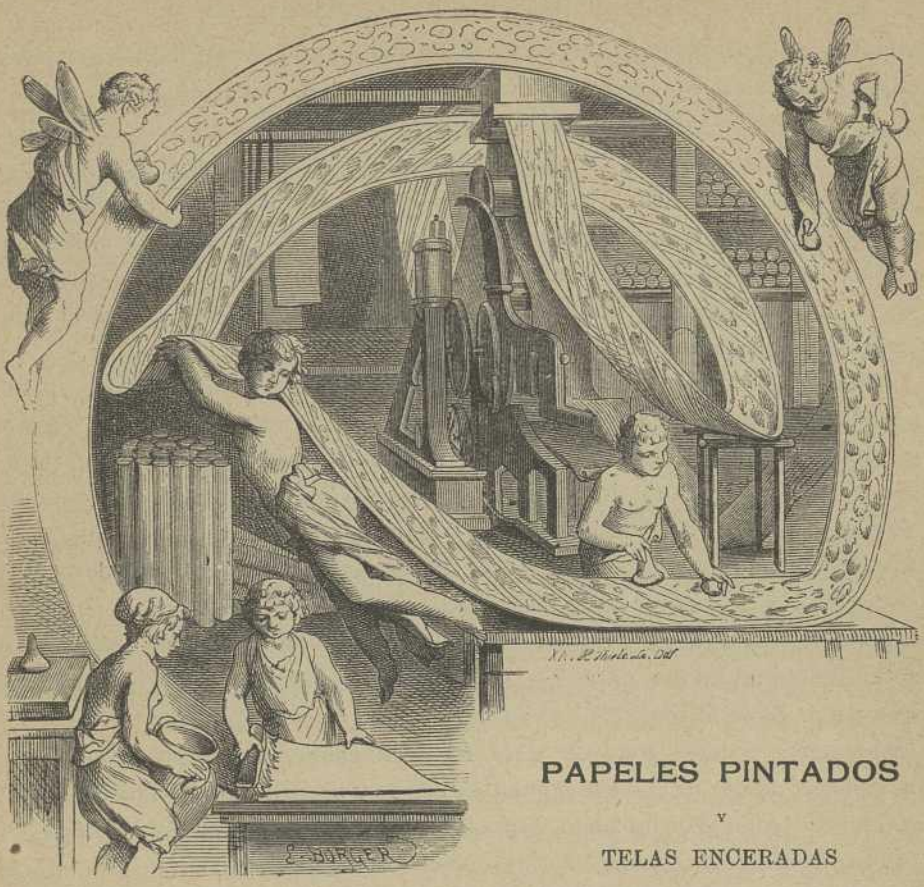
En cuanto á la estampación de las *telas de seda*, es preciso descrudecer y blanquear éstas primero, después de cuyas operaciones se tratan en general como las de algodón, con ciertas modificaciones, prefiriéndose, sin embargo, el procedimiento al vapor, porque los colores resultan con un lustre especial, muy agradable á la vista. A veces se estampan las telas de seda sin morder;

en otros casos se muerden con alumbre, clorido de estaño ó acetato de plomo; los colores deben ser, en lo posible, libres de ácido, y su fijación al vapor sólo dura, por regla general, de quince á veinte minutos. Debemos mencionar la *estampación de mandarina*, aplicada á telas especiales de seda que llevan este nombre, así como á los finos pañuelos de la India *(foulards)* y á tejidos mixtos de seda y lana. El procedimiento estriba en la acción del ácido nítrico sobre todas las fibras animales y pieles, que produce en ellas hermosos tintes amarillos ó anaranjados; el ácido se emplea, como es natural, en estado muy diluído, aplicándose por el procedimiento ya referido de reserva, es decir, después de cubrir con sustancias preservativas las partes de la tela que no han de teñirse.

Para terminar este capítulo, ampliaremos los datos históricos antes expuestos con algunos apuntes relativos al desarrollo actual de la estampación de telas.

Después que, en 1831, se vió dicha industria libre del impuesto oneroso que sobre ella pesaba en Inglaterra, tomó un incremento extraordinario, elevándose la producción anual desde dieciséis millones de piezas en 1840, á la actual de veinticinco millones próximamente. Es verdad que durante la guerra civil de los Estados Unidos, y la crisis consiguiente en el mercado algodonero, la referida industria se resintió considerablemente; pero desde entonces ha recobrado con creces lo perdido, pues aquel trastorno político dió margen á que se dedicara mayor atención al cultivo del algodón en otras partes del globo. De la cantidad total de este material importado en Inglaterra, que asciende á unos setecientos millones de kilogramos al año, las telas estampadas representan próximamente una séptima parte. El número de las fábricas de estampados en el Reino Unido é Irlanda asciende á unas 250, entre ellas muchos establecimientos colosales que ocupan miles de operarios, á pesar de la perfección y desarrollo de la maquinaria.

La producción de telas estampadas en Francia se evaluaba en cinco ó seis millones de piezas, antes de la última guerra franco-alemana; pero desde que Alsacia y Lorena pasaron en 1871 á formar parte del territorio alemán, dicha producción ha quedado bastante reducida, pues esas provincias tienen 120 máquinas de estampar y emplean en la industria que nos ocupa unos 7.000 operarios. Además, en el imperio alemán, Berlín y Silesia son los centros productores de estampados de algodón; Sajonia, el centro de los de tejidos mixtos, produciéndose los de lana principalmente en Sajonia, Westfalia y la Prusia renana; en las dos últimas se estampa también bastante seda. En Austria, la tintorería y estampación de telas da ocupación á unas cien mil personas, hallándose grandes fábricas de estampados de algodón en Viena, Pesth, Praga y Reichenberg (Bohemia). La estampación de la seda en el imperio austro-húngaro sólo se practica en Viena; y en esta capital, así como en Bohemia, se estampan además tejidos de lana y mixtos.



PAPELES PINTADOS

y

TELAS ENCERADAS

Origen de los papeles pintados.—Su fabricación y primeras materias.—Historia.—Estado actual de la industria.—Colores.—Estampación del papel á mano ó por máquina.—Máquinas auxiliares.—Diversas variedades de papeles pintados.—Fabricación de tejidos encerados.—Materiales y procedimientos de elaboración.—Materias colorantes y barnices.

Debemos que agradecer gran parte del *confort* y la elegancia de nuestras habitaciones á dos ramas de industria muy análogas: la fabricación de los papeles pintados, que embellecen nuestras paredes y techos, y la de telas enceradas, ó hules, cuyo dominio se refiere á los suelos, parte inferior de las paredes, mesas, etc. Ambos artículos, en su actual empleo, ofrecen una prueba de que la tendencia de la industria moderna se dirige á hacer accesibles las comodidades de la vida, que antes sólo servían para satisfacer el lujo de los ricos, á un público lo más extenso posible, mediante el abaratamiento de los productos á este fin destinados. Las excavaciones de Pompeya nos enseñan, es cierto, que en el período álgido de la civilización romana las paredes de las casas de los ciudadanos menos acomodados estaban adornadas con pinturas, y los suelos cubiertos de mosaicos más ó menos artísticos. Pero estas antiguas

conquistas se perdieron en la noche de los tiempos, y nuestros antepasados, sometidos á condiciones de clima mucho más desfavorables, no comenzaron á participar de nuevo de tales lujos hasta época muy posterior. Probablemente se adoptó en un principio la madera como materia adecuada para combatir los rigores de un clima frío. El uso de la madera para cubrir las paredes y los suelos fué desarrollándose cada vez más, y llegó á abrirse paso en las viviendas más modestas de las ciudades, y hasta en las del campo. En la actualidad se ha acrecentado todavía dicha costumbre por la creación de fábricas especiales de entarimado.

Los productos citados como tema de este capítulo tienen el doble objeto de revestir y adornar las paredes. Por consecuencia, necesitan satisfacer á ciertas reglas de estilo, de acuerdo con el sentido estético; es decir, que tienen que sujetarse al orden y á las leyes que rigen la manera de ser de los fenómenos artísticos. Una de las reglas principales de ese estilo es que, tanto el techo como el suelo y las paredes, deben presentar el carácter de tales, y no como en la antigüedad, que se adornaban sencillamente con telas esas superficies límites de la habitación humana. Pero el expresado principio es sobre todo importante para los suelos, pues no debe faltar nunca, al que pisa sobre ellos, la sensación de su firmeza. De aquí que en el adorno de los suelos deba evitarse todo lo que produzca ciertas impresiones, como, por ejemplo, el dibujo de rombos ó cuadros claros y oscuros, que produce el efecto de parecer hallarse dicho suelo formado por piedras salientes. Los cambios de color que sirven para estos adornos deben formar, por lo general, sólo figuras planas. Así, el suelo de mosaicos áticos, mencionado por Plinio, sobre el que estaban representados engañosamente los despojos de la mesa, que entonces se acostumbraba á arrojar al suelo durante la comida, deben ser considerados, en rigor, como un delito contra el estilo propio de este arte. Todavía merece en más alto grado este concepto la forma de mosaicos, descrita también por Plinio, de la que por una feliz casualidad se ha conseguido encontrar algún ejemplar, y que con una fidelidad maravillosa representaba palomas que estaban bebiendo en una piscina con agua. Todo hombre de sentido artístico algún tanto refinado debía experimentar cierta violencia al poner sus pies sobre semejantes palomas. Por el contrario, la representación de flores sobre los pavimentos no se considera como impropiedad, toda vez que la Naturaleza adorna también la tierra con flores y hierbas, debiendo sólo evitarse las exageraciones. Así, los ramos gigantescos de color rojo chillón que ofrecen ciertos modelos de alfombras no pueden producir buen efecto á las personas dotadas de sentido artístico. En general, tales dibujos no deben llamar excesivamente la atención de nuestra vista, ni presentar matices de color muy variados. En cuanto al adorno de las paredes, todavía merecen hoy que se tengan en cuenta las indicaciones contenidas en una Memoria de Ricardo

Redgrave sobre las artes pictóricas, redactada á instancias de la Real Comisión con motivo de la Exposición universal de Londres de 1851. A continuación reproducimos algunas observaciones relativas á papeles pintados á otros revestimientos de las paredes, del célebre libro *El estilo*, del profesor Godofredo Semper.

"Si se tiene en cuenta el objeto de estas materias, se comprende al instante que su decorado debe destacarse con claridad, pues se destina á realizar el mismo papel, con relación á los objetos allí encerrados, que realiza el fondo de un cuadro. En la pintura, el fondo, cuando está bien dispuesto, tiene contornos propios bien marcados, pero al mismo tiempo son bastante vagos y secundarios, puesto que no deben atraer la especial atención del observador, sino que el conjunto tiene sólo por objeto á contener y hacer resaltar mejor las figuras principales que constituyen el asunto de la pintura. El decorado de una pared tiene el mismo fin, y lo realiza cuando se ha practicado con arreglo á prescripciones exactas y oportunas. Constituye un verdadero fondo para los muebles, objetos artísticos y personas existentes en la habitación. Si pues ha de avivar el encanto y la intensidad de las impresiones destinadas á ser dominantes, debe estar dispuesto de suerte que dé carácter á la habitación, haciéndola aparecer más clara ó más oscura; debe, en apariencia, despertar en nosotros sensaciones refrescantes durante los calores del estío, ó bien de calor suave y atractivo en el invierno; debe estar calculado de modo que haga aparecer mayor la extensión limitada de una sala, ó, por el contrario, bien aislado y cerrado un cuarto de estudio, una biblioteca, por ejemplo, cosas todas que se consiguen fácilmente cuando se da una disposición adecuada á las pinturas decorativas. Pero al mismo tiempo que satisfaga á uno de estos fines, debe también el decorado de las paredes presentar tonos de color vaporosos, evitando el contraste de las partes en luz con las partes en sombra, como corresponde al carácter de fondo de cuadro con que le hemos comparado. En rigor, estos decorados sólo debían producir la impresión de figuras planas descritas por el arte, y debían proscribirse de ellos, en lo posible, líneas ó figuras duras que atravesaran el fondo, á excepción de los casos en que el sentido y la claridad de los mismos exigiera interrupciones de este género. Las imitaciones fieles de objetos naturales están en principio contraindicadas en estas pinturas decorativas, pues perjudican al concepto de pared, y porque con sus representaciones detalladas y ficticias llaman demasiado la atención de nuestra vista y se oponen al reposo que conviene en el conjunto, haciendo pensar en los movimientos que tales figuras parecen anunciar. En este concepto son preferibles los modelos de un solo color, en los que el dibujo no produce más que impresiones de claro oscuro.„

Más adelante observa Semper, á propósito de la tapicería de los antiguos: "En el arreglo de las casas de los antiguos, los carpinteros tenían poca partici-

pación; casi todo lo hacían los *vestiarii* (ó sean los tapiceros, según el lenguaje moderno). Todo el que se fije un momento en el plan á que obedecía, en el fondo, la disposición de una casa antigua, se convencerá al instante de que aquellos revestimientos, que ya hoy no se usan, sólo respondían á la idea de hacerla aparecer más habitable. Las puertas, y hasta ciertos tabiques entre los cuartos de las antiguas casas, estaban constituídas por colgaduras. En las esculturas y pinturas de la antigüedad se reconoce que los fondos de las estancias consistían muchas veces en tapices suspendidos entre columnas y presentando abundantes pliegues; algunas veces se veía, sin embargo, en lugar de estas colgaduras, paredes fijas.„

El escritor griego Philostrato refiere los siguientes curiosísimos detalles acerca del lujo en los revestimientos del Palacio real de Babilonia, según los recuerdos, todavía vivos en su tiempo: las paredes estaban cubiertas de bronce, de suerte que brillaban. Los gabinetes se hallaban adornados en parte con tejidos de oro y plata, y en parte con pan de oro verdadero, formando figuras de relieve, movidas. Los bordados de las colgaduras representaban fábulas griegas.

De los egipcios conocemos referencias análogas, y en muchos pasajes de las obras de los antiguos trágicos encontramos consignado que los revestimientos y colgaduras de las habitaciones constituían entre los griegos una costumbre antiquísima y tradicional. En general, las columnas, tanto en las casas como en los templos, servían tan sólo para sujetar entre ellas las colgaduras, cuyo uso se transmitió á la Europa oriental y occidental hasta entrada la Edad Media, en cuanto al decorado de las iglesias. De esta suerte tales labores de tapicería formaban una parte más ó menos esencial de la arquitectura.

En un principio se entendía por tapiz una pared movible y decorada convenientemente; así, por ejemplo, en el vestíbulo del templo de Delfos había paredes de esta clase para aislar el santuario, y de un modo análogo eran empleadas también en Roma en las procesiones con motivo de las fiestas de la coronación papal para limitar en las naves de la basílica el camino seguido por dichas procesiones, con lo que se hacía resaltar poderosamente la esbeltez de las columnas sobre el fondo de hermoso color oscuro de los tapices.

En los países occidentales se desarrolló el lujo en el decorado de las casas con adornos de brillantes colores, por efecto del contacto con los pueblos del Oriente, á que dieron margen las Cruzadas. Es posible que este contagio naciera con motivo del empleo que las mujeres de los cruzados hicieron de los ricos chales y tapices traídos por sus maridos para adornar sus viviendas. El caso es que desde entonces han manifestado siempre los magnates y personas de elevada posición social gran orgullo en cubrir con tapices de más ó menos mérito sus paredes. Pero en un principio los artículos destinados á este objeto eran principalmente elaborados en las fábricas de tejidos, pues la materia em-

pleada consistía, por lo general, en damascos de seda con grandes bordados. Después surgieron también tapices de cueros finos prensados, con bordados, adornos de oro, etc., si bien este decorado constituía siempre un lujo asequible sólo á los ricos. Pero lo mismo que los productos de otras industrias análogas, este artículo de lujo ha ido popularizándose por la adopción de procedimientos de elaboración más económicos, de tal suerte que hoy tiene su mercado principal en la gran masa del público, y su baratura es tal, que se ha hecho posible su introducción hasta en las viviendas más modestas.

FABRICACIÓN DE PAPELES PINTADOS

El empleo del papel para imitar los tapices lo debieron copiar los ingleses de los chinos, ó de sus vecinos los japoneses, entre los cuales venía practicándose esta fabricación desde tiempo inmemorial, pues en dichos países orientales el papel tiene en general un uso mucho más extenso que entre nosotros, hasta el extremo de que la mayor parte de sus casas parecen estar construídas con paredes de papel ó biombos. En Inglaterra no pudo en mucho tiempo prosperar la fabricación de esta clase de tapices, por efecto de las grandes contribuciones impuestas al papel; en Francia fué donde comenzó á adquirir importancia y á perfeccionarse al mismo tiempo. Antes de introducirse las máquinas de papel continuo se recurría á pegar cuidadosamente las hojas de papel ordinario para constituir grandes tiras. El procedimiento más antiguo para la fabricación de papeles pintados fué, al parecer, tomado del que siguen los blanqueadores en su labor: se colocaban sobre el papel patrones recortados de cartulina, y se pintaban con grandes brochas. Esta operación se repetía tantas veces como colores distintos contenía el dibujo, el cual se completaba de semejante modo. Pero por más que los artículos así elaborados no dejaban de presentar buen aspecto, se consideró desde luego ventajoso sustituirlo por el procedimiento en uso entonces para la estampación de las telas de algodón, es decir, á mano y con moldes tallados en relieve.

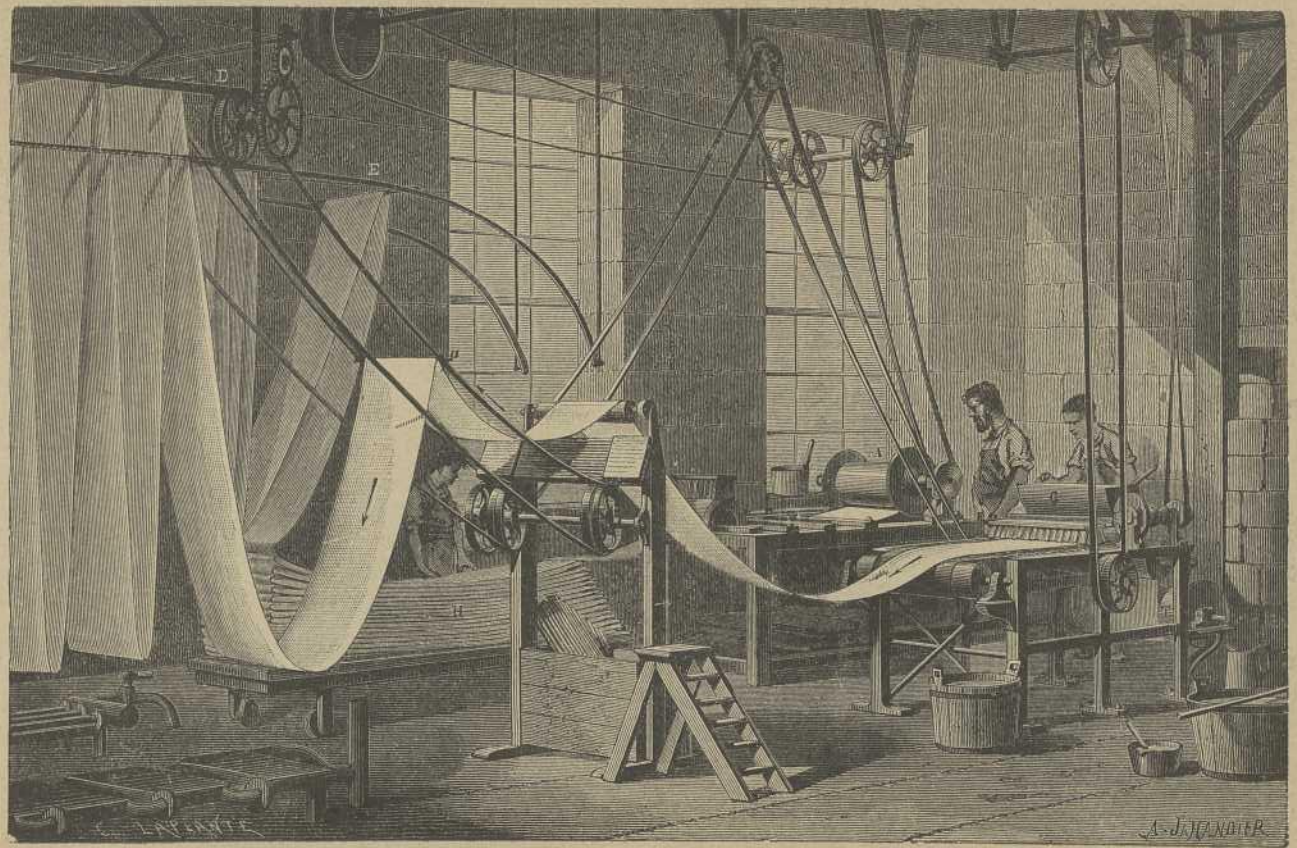
Según la "Historia de la tecnología„ de Karmarsch, en Inglaterra debió conocerse ya en 1746 el empleo de moldes para la estampación de papeles; pero este conocimiento se hallaba al parecer poco difundido, pues todavía en 1753 adquirió Edward Dighton una patente para producir papeles pintados, cuyos dibujos estampaban con planchas de cobre grabadas al agua fuerte, pintándolos luego á mano. La primera gran fábrica que produjo en Francia papeles estampados fué fundada en 1780, siendo ya conocido el procedimiento desde veinte años antes. En Alemania no se tuvo conocimiento del procedimiento hasta bastante después; Austria debe su primera fábrica de papeles pintados á un francés llamado Chevassieux, de Lyon (1780), si bien

Spörer, alsaciano establecido en Viena, en donde montó una fábrica de este género en 1809, fué quien levantó á gran altura esta fabricación, inventando también (1822) los papeles irisados que tanto llamaron la atención en aquella época.

En lugar de la antigua prensa de tornillos apareció por entonces la mesa de estampar, primero con una simple palanca, después con la doble, que ya era usada en Viena antes de 1820 y debió inventarse en Mannheim. William Palmer inventó en 1823, y perfeccionó en 1837, una máquina para la estampación con moldes planos (modelos) y en el último de los citados años apareció también en París una máquina de Croqueser para imprimir; pero hasta el año 1830 no comenzaron á emplearse en grande escala, particularmente en Inglaterra y Francia, las máquinas de estampación en color. Hicieron uso de máquinas impresoras de cilindros primeramente grabados en bajo-relieve, Zuber, de Rixheim, en 1826, y William Potter, de Manchester, en 1839; pero estos cilindros manifestaron una acción impresora débil y fueron, por tanto, sustituídos con otros en los que el dibujo estaba grabado en alto relieve; Cabouret (1838), Leroy (1840 y 1854), Billet (1851), Grosset (1853), William Potter (1846), Gummel, de Berlín (1847), y otros, idearon máquinas para este objeto, que estampaban hasta veinte y más colores.

La fabricación de los papeles pintados ha adquirido un vuelo extraordinario en los últimos treinta años, por el crecimiento del bienestar general y la posibilidad, consiguientemente extendida á todas las clases, de proporcionarse mayor grado de *confort* en las diversas manifestaciones de la vida, y sobre todo en las comodidades de la casa.

También ha influido notablemente en este resultado el perfeccionamiento de los medios auxiliares mecánicos, que no sólo permiten fábricar mucho más barato, sino también artículos más agradables; de modo que la labor de los pintores decoradores, antes tan generalizada, ha quedado reducida actualmente á un pequeño círculo de acción en las pequeñas localidades. Según la Memoria oficial de Alemania sobre la Exposición universal de Londres de 1862, la producción de papeles pintados en dicho país se había hecho á lo menos veinte veces mayor desde la creación de la unión aduanera hasta aquella época, ascendiendo entonces á unos cinco millones de piezas por año; una sola fábrica de Darmstadt había elevado su producción, desde 200.000 piezas en 1851, hasta un millón. Después de la citada Exposición, el desenvolvimiento de la expresada industria ha aumentado todavía extraordinariamente. Pero en cuanto á la suma total de la producción, figura aún á mayor altura Inglaterra con sus grandes máquinas. Hace ya cerca de veinte años que están en uso máquinas impresoras de cilindro, cada una de las cuales estampa en ocho colores á un tiempo, y puede ofrecer por minuto tres piezas, al día cerca de 2.000, y al año, próximamente, 600.000. Ahora bien; existen fábricas que



Fabricación de papeles pintados.

desde aquella fecha tienen en acción nada menos que ocho de dichas máquinas (algunas de las cuales estampan 16 colores) y además elaboran un número proporcionado de piezas por otros sistemas de estampación. De estos productos se hace una gran exportación á las colonias. La industria francesa se ha distinguido particularmente desde hace mucho tiempo por la perfección artística, el gusto y la elegancia de sus dibujos, por los que se retribuía pródigamente á los mejores artistas, empleándose además en la estampación los colores más hermosos y puros, así como en todos los detalles de la fabricación los medios más perfectos. Así, sus artículos imperaron en los mercados como los mejores, hasta que en los últimos tiempos han encontrado en Alemania una gran competencia (figura 402).

Fig. 402.—Papel pintado, ejecutado por Haas é hijos, según diseño del profesor Sturm.

Si bien existe notable semejanza entre las operaciones mecánicas de la estampación de papeles y las de los tejidos de algodón, en los colores empleados se encuentran grandes diferencias, pues para los tapices se usan sólo los colores al fresco (mezclados con una sustancia aglutinante, como la cola), mientras en la estampación del algodón los colores se incorporan generalmente al tejido, por medio del mordido.

Los colores que se emplean en la fabricación de papeles pintados son unos

de naturaleza mineral, como el albayalde, la creta y otros blancos, el amarillo de cromo, el ocre, el azul de Prusia, el ultramarino artificial, el verde de cromo, y también muchas veces los venenosos colores de arsénico y cobre, pues no hay otras materias que den un verde tan intenso como éstos, el negro de marfil, etc. Otros son cocimientos ó lacas de maderas de color, como de palo del Brasil, de rubia, de Campeche y otras, y, por último, es inútil decir que encuentran también frecuente aplicación á este objeto las materias colorantes descubiertas por la química moderna, y particularmente las derivadas de la brea de hulla. Para dar cuerpo y permanencia á los colores solubles, se les espesa por medio de engrudo de almidón y otras sustancias. El medio aglutinante es generalmente la solución caliente de cola en agua, si bien se emplean también de goma, la dextrina, etc. Cuando se emplea la cola para fijar los colores, hay que mantenerla suavemente caliente durante la operación, para que no se espese.

Para la estampación del papel se le da generalmente una primera capa de color; sólo en el caso de los papeles pintados de clase inferior se utiliza á veces papel hecho ya con pasta coloreada. Cuando para esta primera capa se ha de hacer uso de una materia colorante que tenga bastante cuerpo, con cuyo objeto se suele añadir una buena porción de creta, el papel no exige ninguna otra preparación; pero cuando se emplean decocciones de colores vegetales, hay necesidad de dar antes al papel una capa de agua de cola caliente, que debe secarse por completo antes de aplicar el color.

Esta imprimación se verifica por medio de brochas que son suficientemente anchas para abarcar toda la cinta de papel. La labor se practica, en general, por tres ó cuatro personas á un tiempo, y con gran rapidez, para lo cual se coloca toda la respectiva pieza de papel sobre una mesa que tiene una longitud proporcionada á la de aquélla, ó sea de unos diez metros. Con objeto de hacer más estable la posición del papel sobre la mesa, la superficie de ésta tiene una forma ligeramente arqueada, de modo que desde el centro, que es la parte más alta, descienda con una suave curvatura hacia ambos lados. Un operario aplica en sentido transversal sobre un extremo de la cinta de papel su brocha, previamente sumergida en la masa del color que quiere darse, y se transporta á lo largo de la mesa, al mismo tiempo que imprime á la brocha un movimiento lateral continuado de vaivén. Detrás de éste viene otro operario que repite la misma operación, ó bien uno mismo hace el papel de ambos, llevando una brocha en cada mano. A estos dos siguen inmediatamente otros tantos armados de brochas iguales y maniobrando en la misma forma, sólo que las brochas de los últimos no llevan color alguno, sino que sólo están destinadas á distribuir con más igualdad el que ya existe sobre el papel. Una vez que estas tres ó cuatro personas han andado, ó, mejor, corrido toda la longitud de la mesa, queda ya la pieza de papel con la primera capa de

color, y no hay más que colgarla en estufa apropiada para que se seque. Sobre una misma tabla pueden, pues, pintarse al día de 400 á 500 piezas de papel. Pero todavía hoy se suele preferir para esta operación el uso de máquinas especiales en las grandes fábricas de papeles pintados. Una tela sin fin, de franela, que gira entre dos cilindros, recibe la materia colorante, suministrada de continuo desde una caja en que está contenida por medio de un rodillo; el color es desalojado constantemente del rodillo por medio de un listón y transmitido después al papel por la tela sin fin, por encima de la que va pasando. A pesar de estas precauciones, el color se distribuye con mucha desigualdad sobre el papel, y por esto se le hace pasar después sobre una mesa horizontal, por debajo de unas brochas anchas que están siempre en movimiento oscilatorio y que realizan la misma labor que los operarios tercero y cuarto en el trabajo á mano. La lámina XII representa una de estas máquinas. Las brochas separan del papel el exceso de color que se le transmite desde la caja *G*, á medida que se desarrolla del cilindro *F* y pasa sobre la tela sin fin. Después de esto, el papel camina en la dirección de las flechas hasta las cámaras de desecación. La suspensión de las cintas se obtiene por medio de una doble cadena sin fin, cuya parte superior marcha en la misma dirección que el papel pintado. Sobre esta cadena existen de trecho en trecho apéndices salientes que recogen el papel por medio de unas varillas que se ven en la figura, bajo el cilindro conductor de la cinta. En la figura se ve en *a* una de estas varillas en actividad; después se ve en *D* la misma varilla transportando una porción de papel sobre la cadena que conduce dichas varillas á igual distancia hasta la cámara de desecación. Las varillas sueltas se hallan representadas en el centro de la figura sobre un aparato en forma de pupitre, desde donde va recogiendo la cadena sin fin á la que ocupa la parte inferior, al pasar por debajo de dicha especie de atril, y son retiradas en el otro exremo de la cámara de desecación al mismo tiempo que se recoge y pliega la cinta de papel. La misma máquina cuida de esta operación, pues la cadena *D* conduce finalmente, las varillas sobre unos carriles inclinados en arco descendente, sobre los cuales resbalan, y basta que un muchacho las coja en el extremo inferior para que las porciones de la cinta caigan plegadas, formando un montón, como se ve en *H*. En nuestra figura, esta operación, que en rigor se verifica en un local mucho más á la izquierda de la porción antes descrita, se representa en el fondo para hacer comprensible á nuestros lectores su mecanismo. Desde estos montones donde se ha acumudo el papel, es luego recogido y arrollado sobre cilindros como *A*, al mismo tiempo que se suele alisar su superficie. Esta operación tiene realmente por objeto, más bien que darle brillo, destruir las desigualdades que pueden haberse originado en la superficie del papel al pintarlo y secarlo, y se repite después, cada vez que en la estampación de un color tiene lugar una nueva imbibición y desecación del mismo. La máquina alisadora empleada recuerda,

por su forma, ciertas prensas litográficas, y se halla también en uso para otras ramas de industria; sólo que en este caso, en que se prescinde del brillo y sólo se trata, como hemos dicho, de hacer más plana la superficie, se sustituyen con un cilindro metálico las piedras de alisar que se emplean en otros casos.

Para obtener papeles brillantes hay que recurrir á otro procedimiento, el llamado satinado. En él hay que comenzar por modificar la composición de la masa de color, en la que, en vez de la creta ó el albayalde generalmente empleados, se pone yeso fino. La máquina de satinar actúa sobre el papel sólo por una cara; consiste esta acción en frotarlo por medio de una brocha dura, que oscila y que se espolvorea antes con polvo fino de talco, originándose por semejante modo ese brillo especial que resiste hasta cierto punto á la misma humedad. Otras veces se da brillo sólo á ciertas partes ó figuras del papel, lo que se consigue fácilmente colocando sobre éste, antes del satinado, patrones de hoja de lata fina, que sólo dejan al descubierto la porción que se quiere hacer brillante, y que depende de la figura de dichos patrones. Se puede también poner el polvo de talco en la masa del color que ha de aplicarse desde el principio. En las grandes fábricas existen máquinas satinadoras automáticas, en las que el papel recibe, por medio de una brocha giratoria en forma de cilindro, primero el talco y después el frotamiento.

De un modo análogo al de verificarse la estampación de los tejidos de algodón puede también en la estampación de tapices obtenerse una impresión de primeras capas de color diversas entre sí, por medio de brochas cilíndricas que estén compuestas de porciones, cada una de las cuales origine en la cinta una faja con el color de que se halla impregnada. Dejando entre estas porciones un intervalo que es ocupado por una brocha mojada, se obtiene también sobre el papel una transición gradual de color entre ambas fajas.

Los papeles así preparados, ó sea imprimidos y satinados, pasan, por último, á la estampación, si bien esta última operación no se practica siempre, pues existe una clase de papeles baratos que sólo presentan una serie de fajas de diversos colores más ó menos estrechas, produciéndose, con sólo esto, un efecto muy agradable. Estas fajas y rayas no son estampadas, sino que se pintan sobre el papel directamente, y por el procedimiento antes descrito, sólo que para este objeto no se emplean brochas ni pinceles, los cuales no permitirían obtener una separación bien precisa entre unas y otras fajas, sino una caja de palastro que contiene los colores (fig. 403), cuya anchura es igual á la del papel, y que está dividida en tantas casillas como colores distintos se han de imprimir. Cada casilla tiene debajo un pequeño orificio de salida, y por estos orificios se transmite al papel el color necesario para la formación de una lista, moviéndose la caja con velocidad uniforme y adecuada sobre el papel, ó bien permaneciendo la caja quieta y pasando el papel por debajo, impulsado

por una tela sin fin. Los agujeros pueden cerrarse instantáneamente, á voluntad, por medio de una válvula.

La estampación de los dibujos se verifica por medio de moldes de madera grabados en relieve. Las planchas exceden generalmente toda la anchura del papel, teniendo, por tanto, una longitud de 50 á 60 centímetros, y un ancho de 20 á 50. Las partes del dibujo de condición tal que difícilmente podrían ser grabadas en la madera, ó á lo menos no ofrecerían sino escasa duración en ésta, se construyen de latón, por medio de laminitas y alambres de esta materia. Las puntas de estiletes clavados en el molde dan la impresión de puntos en el dibujo; por medio del alambre se hacen moldes de estrellitas, etc., mientras que para la reproducción de contornos y líneas sinuosas se utilizan cintas de latón dobladas convenientemente; todos estos medios son los mismos que tuvimos ocasión de conocer á propósito de la estampación sobre tejidos de algodón, y que en éste como en aquel caso, pueden sustituirse por moldes vaciados.

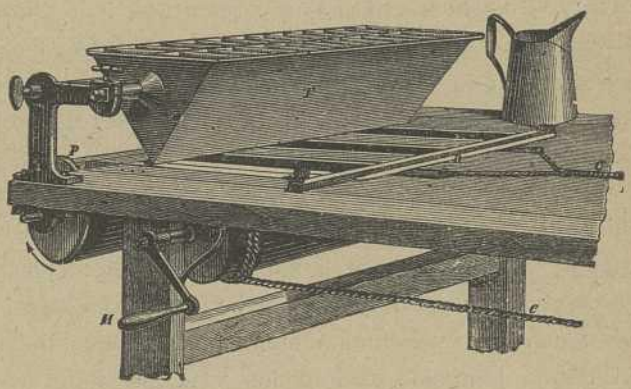


FIG. 403.—Aparato para la producción de papeles listados.

Como sucede siempre en la estampación por medio de planchas ó clichés para producir un dibujo, hay que emplear tantos moldes especiales como colores ó matices de color existen en él. Una de las planchas lleva, por ejemplo, sólo la parte del dibujo que debe aparecer azul, otra la que debe aparecer roja, y así sucesivamente. Ahora bien; mientras que para los artículos comunes y baratos el número de planchas se limita á tres ó cuatro, en el caso de los dibujos ricos en colores, y que llevan gran número de flores, figuras y paisajes, ese número asciende á veces hasta 50 ó 60. En estos últimos casos, en que los moldes vienen á sustituir á la obra de un pintor, y cada uno de ellos contiene á veces una sola figura de gran extensión, el número de esos moldes suele ser mayor que el de los colores y matices de color, porque cada uno de éstos se presenta en diferentes puntos del dibujo á tan gran distancia unos de otros, que no pueden abarcarse por una misma plancha. En la Exposición de Londres de 1862 presentó una fábrica francesa de papeles pintados cuatro grandes cuadros de paisajes obtenidos por medio de la estampación, y para los que había sido necesario emplear 500 moldes diferentes.

Con objeto de que los colores puedan estamparse en los puntos que respectivamente les corresponden, cada uno de los moldes contiene en

sus bordes estiletes metálicos, que toman también parte en la impresión, y mediante cuya exacta distribución constituyen jalones de referencia. Dichos estiletes se hallan colocados donde no perturban ó alteran el dibujo, y sus impresiones quedan ocultas por la estampación de los últimos clichés. La misma precaución hay que tener en el caso de las planchas de un color, con objeto de hacer posible que la estampación de los diferentes moldes tenga lugar en los puntos correspondientes. Para que la estampación de los grandes moldes sea suficientemente enérgica, se emplea también un aparato de palancas.

La impresión misma tiene lugar sobre una mesa bien fija, cuya tabla está cubierta con un doble paño de lana bien tenso, y en su disposición mecánica es completamente igual á la mesa de estampación de los tejidos, por cuya razón no tenemos aquí más que referirnos á lo dicho en el capítulo anterior. El papel que se quiere estampar se arrolla y se coloca sobre una barra de hierro situada á la derecha, al borde de la mesa, y sostenida por dos horquillas. De este modo puede el papel ser fácilmente desarrollado y extendido sobre la mesa á medida que se desee.

Por lo regular, en cada mesa se trabaja durante el día entero con el mismo color y el mismo molde, y la porción así estampada recibe al día siguiente, después de seca, la impresión de otro molde, y así sucesivamente. Antes de cada nueva impresión debe alisarse la cara posterior del papel, según ya advertimos oportunamente. Cuando todos los moldes correspondientes al dibujo han sido estampados y se ha dado la última lisura, queda ya completa la elaboración y se procede á arrollar las piezas, excepto en los casos en que se le da todavía un barniz claro, con lo que el papel gana mucho en belleza y duración. Una labor que hay que practicar después de cada estampación, á no ser que se trate de productos de clase muy inferior, consiste en mirar á través del papel para corregir con el pincel los puntos en que falte color.

Uno de los productos más estimados de esta industria son los llamados papeles aterciopelados, en los que ciertas partes del dibujo presentan una superficie vellosa, como la de la lana; cosa que nada tiene de extraño, toda vez que realmente se emplea para cubrir el color una especie de borra fina. En este caso, después de preparado y estampado el papel exactamente lo mismo que todos los demás, se da una preparación especial á la parte vellosa del dibujo. Las figuras destinadas á esta parte se imprimen también con moldes, pero cuyo color no se prepara con cola, sino con un barniz muy fuerte de aceite de lino y albayalde, é inmediatamente las partes así estampadas se espolvorean con la borra fina preparada expresamente para el objeto, la cual se obtiene en las fábricas de tejidos como residuo de su elaboración, pero no con colores tan brillantes como los que se exigen para este uso de la

tapicería. De aquí que casi siempre se prepare esta última para sí misma sus lanas de colores, triturando, blanqueando, tintando, etc., la borra ordinaria, ó bien que adquiera en el comercio un producto artificial de elaboración, también especial para este objeto, y que presenta los colores más variados y vivos. Antes no podía encontrarse este producto más que en Francia, ó más bien en París, donde existía una fábrica para obtenerle; pero modernamente la fábrica de tapices de Schutz, en Wurzen, que ya desde hace tiempo proveía por sí misma á todo lo necesario para su industria, ha emprendido la elaboración en grande escala de la borra artificial, y la suministra á un gran número de otras fábricas en competencia con las francesas.

El procedimiento para producir los dibujos aterciopelados es el siguiente. Los papeles pasan desde la mesa de estampación á una caja que se halla junto á ella, sobre pies de 66 á 75 centímetros de altura. El fondo de la caja es de cuero ó pergamino bien tenso. Llegado á la caja el papel recién estampado, se le hace descender hasta el fondo de cuero y se esparce por encima la borra, se ajusta la tapadera de la caja, y con un par de bastones se mantiene el fondo en agitación; también se suele emplear para el mismo objeto un mecanismo, por cuya rotación vienen á dar contra el fondo algunos mazos. La borra, mantenida así en agitación dentro de la caja, se distribuye con uniformidad por todas las porciones del papel y cubre las preparadas con el barniz aglutinante. Una vez seco el dibujo así obtenido, puede procederse á formar otro análogo con distinto color. También es posible repetir la operación sobre las partes ya aterciopeladas. Para dar más riqueza á los efectos, se hace muchas veces una nueva estampación sobre los dibujos aterciopelados, con colores á la cola, para obtener sombras, dibujos oscuros, como nervios de hojas, etc., ó bien simplemente se frota el tapiz con una brocha dura antes de que se seque por completo la impresión del color preparado con barniz, y protegiendo ciertas partes del dibujo por medio de patrones cortados al efecto, de modo que el pelo quede peinado en la dirección del brochado y el tapiz adquiera brillo en estos puntos, mientras que en aquéllos en que está protegido por los patrones, conserva su coloración mate. De un modo análogo se obtienen también dorados y bronceados, sólo que para estos casos el barniz con que se prepara el color es un barniz de esencia de trementina, sobre el cual se deposita el bronce, oro musivo ó pan de oro muy divididos, haciendo pasar el tapiz recién estampado por el fondo de una caja, mientras aquel polvillo es desprendido y agitado por medio de un tambor que gira dentro de ella. Los puntos cubiertos de bronce adquieren brillo por medio del bruñido.

La aplicación del estampado á máquina en la fabricación de dichos papeles pintados, que se ha extendido considerablemente, sobre todo en Inglaterra y en los Estados Unidos, ofrece realmente grandes cantidades de producto,

pero de una clase inferior, ó á lo menos sólo mediana, pues la adaptación exacta de los dibujos entre sí presenta dificultades que dependen, en parte, de la naturaleza del papel, que se contrae siempre que se le humedece, y que, por tanto, casi es imposible evitar por completo. De aquí que sólo pueden estamparse á máquina los dibujos en los que los colores no se superponen, y por consiguiente no hay peligro de que se mezclen ó difundan entre sí, toda vez que en este caso tiene que hacerse de una vez la estampación de todos ellos. Esto no quita para que haya máquinas de cilindros que estampan hasta veinte y más colores. Las ordinarias son análogas á las que se emplean para la estampación de las telas de algodón, sólo que el dibujo está grabado en relieve sobre los cillindros impresores. También pueden usarse cilindros metálicos grabados en bajo-relieve, pero sólo en casos limitados. Uno de estos aparatos está representado en detalle en la fig. 404, que puede también servir para formarse idea de las máquinas de estampación de tejidos de algodón. En esta figura el cilindro señalado por la letra *C* es visible sólo por la parte anterior; pero en la figura 405 damos una vista especial de él, que muestra la disposición del grabado. El papel continuo que se quiere estampar se mueve de abajo á arriba en la dirección de las flechas, apoyado sobre la tabla *F*, por detrás del cilindro. El cilindro *C*, al girar contra el papel, estampa sobre él un dibujo; el color necesario para ello lo recibe aquél por el lado opuesto de una tela sin fin, *T*, que pasa en contacto con su superficie, guiada por los cilindros *R*, *R*, *R*, y que, á su vez, lo toma del rodillo *A*, el cual gira sobre la pasta de color contenida en el cajón *E*, y transmite á la tela sin fin una cantidad más que suficiente; el exceso es retenido por el listón *L*. Todos los movimientos de estas piezas son alimen-

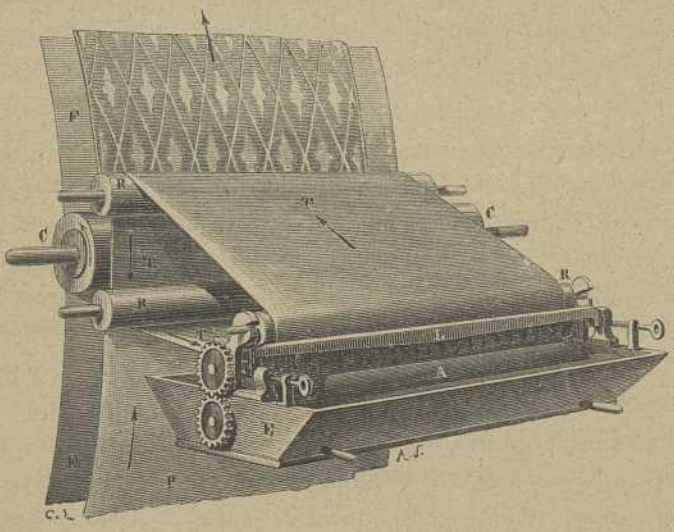


FIG. 404.—Aparato impresor de una máquina cilíndrica de estampar.

FIG. 405.—Cilindro grabado.

tados por un mismo mecanismo motor, y dependen entre sí unos de otros.

Como ya se ha indicado, con las máquinas estampadoras de cilindro no se alcanza, ni con mucho, la belleza y perfección que en la estampación á mano de los papeles, en algunos de los cuales, más caros y lujosos, se han empleado á veces hasta 500 y 600 moldes. Karmarsch cita el hecho de que en la Exposición de París del año 1867 había un trozo de papel de 2,7 metros de largo y dos de ancho que había sido estampado con 580 moldes, y otro en que habían entrado 218 colores en 373 moldes. En la estampación á máquina no puede tenerse seguridad de que los colores resulten exactamente combinados, aun cuando su número sea muy inferior al de los casos mencionados; pero como las exigencias comunes de la vida no son tampoco tan elevadas, y los gastos de elaboración son así muy inferiores, se emplea este sistema para la mayor parte de los papeles pintados. Hace veinticinco años Inglaterra ocupaba el primer lugar en la producción de papeles baratos estampados á máquina, de los cuales exportaba anualmente sobre millón y medio de kilogramos, mientras que Francia ofrecía principalmente papeles finos, con una exportación anual de más de dos millones de kilogramos; de suerte que ambos pueblos cambiaban recíprocamente sus productos, y así en 1866 envió Francia á Inglaterra 627.000 kilogramos de papeles finos, é Inglaterra á Francia 347.000 de clase inferior. Pero desde entonces á acá dichos países han encontrado en Alemania un rival importante.

FABRICACIÓN DE TELAS ENCERADAS

Las personas de edad recuerdan todavía las que antes se empleaban para cubrir muebles, revestir sombreros, etc., y que hoy han sido sustituídas por otros tejidos más convenientes. Consistían, como indica el encabezamiento, en lienzos revestidos con una disolución de cera en trementina, cuya capa se manifestaba quebradiza durante el invierno, y pegajosa y de mal olor durante el verano. Cuando más tarde se sustituyó la cera por el barniz de aceite de lino, se obtuvo un doble progreso, pues por menos precio se consiguió un producto más duradero y exento de aquellos inconvenientes. Así hoy se tienen varios tejidos, designados todos con el nombre de telas enceradas, por más que no tengan ya nada que ver con la cera, y hasta la palabra *tela* sólo pueda aplicarse á ellos en un sentido muy lato. Pero á pesar de estas mejoras, las telas enceradas sufren nueva crisis por la competencia del hule, que, aunque más caro, es mucho más duradero y flexible, como era de esperar, puesto que se emplea principalmente para su fabricación el cautchuc. El mejor hule es siempre el fabricado en los Estados Unidos; pero acerca de su modo de fabricación se tienen pocas noticias fidedignas.

Una fábrica de telas enceradas exige grandes espacios, no sólo para la elaboración, sino principalmente para la desecacion; de aquí que en verano se practique al aire libre la mayor parte posible de las labores. El punto de partida para esta fabricación es un tejido de hilo grueso y fuerte, que en virtud de la anchura considerable que ha de tener, se teje en telares especiales, puesto que no conviene que haya costura alguna.

La primera operación que hay que practicar con el tejido, y que no tiene nada de sencilla cuando se trata de grandes piezas, es la extensión de éstas sobre ciertos marcos ó tambores en posición vertical. Para ello se clava en uno de los bordes del marco el extremo de la pieza, y se desarrolla ésta, transportándola á lo largo del mismo, si es necesario, por medio de un pequeño carretoncillo, sujetando con pinzas su borde superior. El otro extremo del marco, al cual se clava también la pieza de tejido, es movible á rosca, y separándole gradualmente, se consigue tener bien extendida la tela en toda su longitud. Obtenida esta extensión, tanto en sentido horizontal como vertical, y clavada por todos sus bordes, puede ser elaborada por ambas caras; pues, aunque mucho más débilmente que por el derecho, hay que barnizarla también por el revés. Para ello se le da por una y otra parte una primera capa que, al mismo tiempo que deja más lisa su superficie, la prepara para recibir el barniz con el color. Esta primera capa es generalmente de cola líquida muy clara, que se extiende por medio de brochas, y después de seca la superficie se frota repetidamente con piedra pómez hasta que hayan desaparecido las desigualdades. La capa de cola impide que el barniz penetre en el interior del tejido, y le permite, por tanto, conservar mayor flexibilidad. A ciertas telas baratas se da sólo una primera capa de engrudo. Según la coloración que se quiere obtener, se añade también á la cola una materia colorante apropiada. Otros artículos, como los destinados á tapetes para mesas, y de que se hace gran consumo, se encolan sólo por una cara, dejando la otra con la estructura suave del tejido para que no perjudique al pulimento de la mesa sobre que se ha de aplicar.

En cuanto á las materias colorantes empleadas para esta primera capa, como para la estampación de los tejidos encerados, son los colores ordinarios en la pintura al fresco, como albayalde, ocre, amarillo de cromo, azul de Prusia, etc.: se fijan por medio de aceite de lino puro, ó bien este mismo, al que se ha añadido algún agente secante, como resinas, etc. El aceite puro ó con poca mezcla se seca muy lentamente, pero en cambio da un barniz más fijo. Lo mismo aquí que para otros fines de las artes pictóricas, las materias colorantes deben mezclarse lo más íntimamente posible con el aceite ó barniz empleado, para lo cual se usan hoy pequeños molinos de disposición muy adecuada, y que se ponen en movimiento por el mismo motor de las máquinas estampadoras, reemplazando con su labor á un buen número de opera

rios. Para la primera aplicación de color se emplea una masa tan espesa, que apenas pueda extenderse con el pincel. El operario utiliza, pues, solamente el pincel para transportar el color desde la caja hasta la tela, donde la deposita en pequeños montones; la distribución é igualación del color se obtiene por medio de un cuchillo como los empleados para doblar el papel, de más de medio metro de longitud. Esta labor se practica primeramente por el revés, que adquiere así la coloracion que le corresponde. Cuando al cabo de diez á catorce días se ha secado ya esta capa, se le da otra del mismo color, pero más clara, para la cual se utiliza el pincel. Entonces entra la elaboración de la cara derecha, en la cual se dan, no dos, sino un número considerable y distinto, según los casos, de capas superpuestas cuyo matiz de color es diferente, siendo, sin embargo, aplicable á este caso la regla general en todas las pinturas al óleo, de que los colores del fondo deben ser más claros que el de la última capa de la superficie. Esta cara anterior recibe primero, como la posterior, una capa de color espeso, en la que se emplea el pincel y la paleta; después de dejarse secar, se frota con piedra pómez. Luego sigue otra exactamente igual, y una nueva frotación; seca ésta, se repite aún la misma operación, y, finalmente, se da una capa más fina con el pincel. Mediante esta penosa y prolongada labor, que exige de dos á tres meses, adquiere la superficie, no sólo un magnífico pulimento, sino que las fricciones con la piedra pómez comunican también á la sustancia algo de estructura como coriácea. Generalmente este procedimiento de elaboración sólo se aplica á los artículos de más cuerpo y clase superior, mientras que en la fabricación de las clases más ligeras y baratas se procura conseguir el fin por medios menos costosos y de un modo más rápido. Para los tejidos que no han de ser pisados se exige en general mayor flexibilidad, y para ello se preparan con capas de mayor elasticidad. También el tamaño de las piezas que se elaboran ejerce influencia sobre los procedimientos y materiales de elaboración, y así, por ejemplo, cuando este tamaño no es muy grande, los marcos para mantener tenso el tejido son muy sencillos, y generalmente portátiles, en lugar de ser fijos.

Cuando se han terminado por completo las operaciones descritas y la desecación correspondiente, se desprenden del marco las telas cuyo peso ha crecido notablemente, y se arrollan. Los artículos de este género que presentan pequeñas dimensiones, son recortados de las piezas elaboradas en conjunto en la forma antedicha, y estampadas.

Los tejidos que hasta aquí poseen una sola coloración, pasan, por último, á sufrir el estampado, que tiene gran analogía con el que se da á los papeles pintados. Encontramos aquí, sobre todo, las mismas planchas de madera con dibujos en relieve, y cuyo manejo es idéntico al que tiene lugar en aquel caso. Para las clases inferiores de telas enceradas se ha hecho también modernamente aplicación en algún caso de máquinas de cilindros, estampándose así

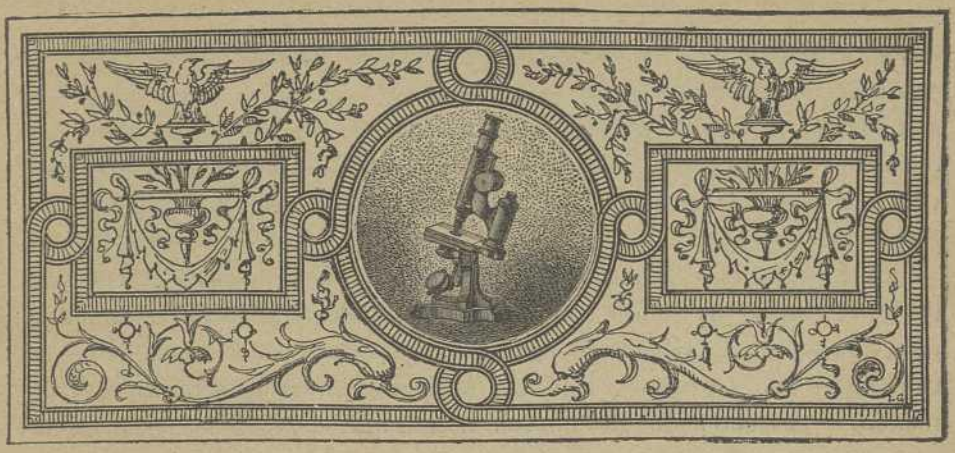
de una vez los diversos colores. Éstos se hallan preparados al óleo y con un espesor bastante considerable; se extienden sobre una superficie elástica, desde la cual los toma el impresor, aplicando contra ella sus moldes, y los transmite á la tela encerada, para lo cual, después de poner el molde encima, le da un par de golpes de martillo, ó bien, cuando los moldes son mayores, hace uso de una prensa de tornillo. La desecación se practica sobre bastidores, bien colocados sobre el suelo, bien al aire libre. A veces las fábricas están dispuestas de manera que las salas de estampación ocupan la parte más alta del edificio, y los artículos estampados salen de ellas por un orificio de la pared al aire libre, siendo conducidas por la parte exterior hasta los pisos inferiores en forma de cintas continuas.

Por razón natural, las partes más anchas de los moldes no toman el color con la uniformidad que las estrechas, pues la masa de éste, siendo como es pegajosa, queda adherida en mayor proporción en el centro que en los bordes cuando se separan los moldes del rodillo, y producen, por tanto, una estampación también desigual sobre el tejido. En tales casos, en que las porciones de un mismo color son muy extensas, se recurre á dividirlas por medio de secciones paralelas y otras en cruz en varias partes más pequeñas, en forma de cuadraditos, cada una de las cuales recibe su cantidad correspondiente de color y la transmite separadamente á la tela. Cuando la estampación se hace demasiado difícil, se recurre también, para suplirla, al pincel, si bien algunas fábricas parecen tener procedimientos especiales para vencer estas dificultades. Los dibujos de mármoles se hacen á mano; el pincel, la esponja, balas de lana, etc., son los medios por cuyo hábil manejo se consigue ordenar los colores, bien actuando antes de darlos sobre la primera capa, bien después de pintado todo uniformemente, para quitarlos, en parte, en ciertos puntos. Entre los medios empleados para marmorear, figura uno que difícilmente adivinaría nadie: la lechuga. Una lechuga ó una coliflor cortadas finamente al través, constituyen una bola muy apropiada para este objeto.

También esta rama de la industria, en la que no se practica una estampación propiamente dicha, ha sido muy cultivada y perfeccionada en los últimos tiempos. Se han imitado, no sólo algunos mármoles de fantasía, sino todas las clases naturales de éstos, así como las de maderas de construcción con sus diferentes estructuras, con una fidelidad imposible de conseguir por cualquiera otro medio, la pintura inclusive. Para ello se utilizan máquinas manuales, consistentes, por lo general, en cilindros de madera moldeados en relieve, que reciben el color de unos rodillos envueltos en telas toscas y lo transmiten al tejido colocado sobre una gran mesa. Así, la impresión del dibujo se hace en el corto tiempo que necesita el operario para ir de uno á otro lado. Después se modifica el color por medio de ciertos útiles, para dar al dibujo el aspecto deseado. Por último, los artículos así fabricados reciben una capa de barniz

brillante, que aumenta la viveza del color; y á no ser que en la desecación se produzca algún accidente, cosa fácil dada su larga duración, quedan ya en disposición de ir al comercio. El centro principal de esta clase de fabricación es Leipzig; después siguen en importancia Berlín, Francfort a. M., Offenbach y Viena.

La fabricación de tejidos encerados es de las que menos se han aprovechado hasta ahora de las ventajas reportadas en general por el empleo de las máquinas. Esto depende, hasta cierto punto, de la índole misma de la industria, pues el gusto de los consumidores es muy variable, lo que obliga á los fabricantes á procurar dar también la posible variedad á los dibujos, y se opone á una producción abundante de uea misma clase. Ahora bien: para que su empleo resulte beneficioso es necesario que las máquinas estampadoras actúen seguidamente durante un tiempo bastante considerable, pues la construcción de los cilindros es mucho más costosa que la de los moldes para la estampación á mano. Además, la materia primera, sobre todo la destinada á los artículos más baratos que se producen en grande escala, suele tener una estructura bastante desigual, y estas desigualdades pueden ser corregidas ó disimuladas por un operario atento, pero en modo alguno por una máquina que funciona de una manera inconsciente y uniforme. De todos modos, hay aún mucho que mejorar en la fabricación de tejidos encerados, pudiendo servir para ello de guía los procedimientos de la fabricación de papeles pintados.



FALSIFICACIÓN DE ARTÍCULOS ALIMENTICIOS

Y DE USO COMÚN

La química y la falsificación de los alimentos.—Harina y pan.—Fécula y harina de patatas.—Leche, manteca y queso.—Carnes.—Grasa de puerco.—Frutas y legumbres en conserva.—Especias en polvo.—Cacao y chocolate.—Café y té.—Azúcar y melaza.—Miel.—Aguardientes y licores.—Vino, cerveza, vinagre y aceite.

No hay rosas sin espinas. Así dice un conocido proverbio, que puede también aplicarse á la química, pues á esta ciencia, á que tanto bueno debe la humanidad, se la reprocha también con frecuencia, aunque con evidente injusticia, de haber servido de instructora á los falsificadores de nuestros alimentos, y seguirles prestando hoy la más poderosa ayuda. Pero aunque no es posible negar este hecho, hay que advertir que tales perjuicios resultantes de la química, son incomparablemente inferiores á las ventajas que dicha ciencia ha proporcionado, y que, por otra parte, sus mismos progresos nos permiten seguir las huellas de los pasos que realizan sus criminales cultivadores, haciendo así posible la enérgica corrección del delito de falsificación.

Por lo demás, la costumbre de falsificar los productos más ó menos valioses con otras sustancias de menos valor, es casi tan antigua como el comercio mismo, y la podemos ver ejercitada, mucho antes de que pudiera fundarse en la química, con demasiada frecuencia y hasta en pueblos de un grado de cultura muy inferior al nuestro. Pero en los últimos años se ha desarrollado particularmente la falsificación de alimentos de un modo alarmante, y apenas

bastan á contener sus progresos las severas leyes dictadas con tal motivo en casi todos los pueblos civilizados y la activa gestión de las autoridades para secundarlas. En París es indudablemente donde se han manifestado estas criminales industrias en su mayor descaro, según resulta de la mayor parte de los ensayos de artículos alimenticios practicados en su magnífico laboratorio municipal.

Claro es que en este libro no hay que esperar una descripción exacta de los modos según los cuales son practicables tales investigaciones analíticas; sólo cabe aquí, por el contrario, llamar la atención del lector acerca de las falsificaciones que se presentan con más frecuencia, é indicar ligeramente de qué manera se descubren. En efecto: están hechas muchas veces las falsificaciones con tal cuidado, que hasta los más prácticos en el comercio de los productos en cuestión se engañan, pues llegan á ser imperceptibles por nuestros sentidos las diferencias entre el producto legítimo y el falsificado, pudiendo sólo decidir el microscopio y el análisis químico acerca de su naturaleza.

HARINA Y PAN

Las sustancias extrañas que, mezcladas con la harina, disminuyen la estimación de este producto, pueden existir en él casualmente, procediendo de defectos en la fabricación, ó bien haber sido adicionadas premeditadamente. En cuanto á las primeras, apenas debían presentarse hoy ya, pues las máquinas purificadoras de los molinos modernos son tan perfectas, según ya hicimos notar en el capítulo "Molienda del grano y cocción del pan,„ que separan por completo previamente, de los granos que se han de moler, el polvo, las piedrecitas, las semillas y cuantas impurezas pudieran acompañarles. La harina procedente de los grandes molinos mecánicos debe, pues, estar libre de toda impureza; pero existen también todavía muchos pequeños molinos cuyas máquinas purificadoras no son tan perfectas, y, por tanto, es aún posible que vayan al comercio harinas cuyas impurezas tengan un origen natural. También ocurre á veces que algunos comerciantes compran como comida para pájaros las semillas de malas hierbas, separadas del grano por las buenas máquinas purificadoras, las muelen y las añaden de intento á la harina de centeno, cuyo color se hace así algo más oscuro. Ahora bien: entre estas semillas de malas hierbas se encuentran también á veces algunas semillas y partes de plantas perjudiciales á la salud, de modo que la estafa indicada, aparte del carácter de tal, tiene también su lado peligroso. En tal concepto son principalmente notables, entre las partes que pueden estar contenidas las semillas del *Lychnis githago* (cariofíleas) de la cizaña del trigo *(Lolium tremulentum*, gramíneas), del centeno cornezuelo *(secale cornutum)* y las diferentes variedades de mohos venenosos.

Las semillas del *Agrostemma githago*, mala hierba que crece entre los cereales, son pequeñas, redondas y negras, y cuando se muelen juntamente con el grano, comunican al pan un color oscuro y un sabor penetrante y desagradable. El principio venenoso de estas semillas, la *githagina*, es muy semejante á la *saponina* de la raíz de la *Polygala sénega* y de la saponaria. Medio gramo de esta githagina es suficiente para matar á un conejo, y por consiguiente es fácil comprender que el uso del pan cocido con harina que contenga dichas semillas ha de producir también trastornos en la salud del hombre.

También se ha comprobado que actúan como veneno las semillas, ó, mejor, los carpelos, en lenguaje botánico, de la cizaña del trigo, y se han registrado ya diferentes casos de personas que han enfermado gravemente después de comer el pan hecho con harina que contenía dichos carpelos; dicho pan posee un sabor acre, y cuando la cantidad de aquella sustancia es considerable, tiene un color débilmente violáceo. En este caso la harina comunica al alcohol de 35° centesimales un color verdoso; y evaporado el alcohol después de filtrada la disolución, queda un residuo de sabor penetrante y nauseabundo.

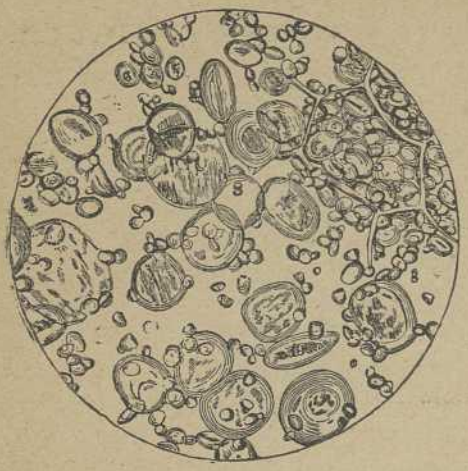
También se encuentra á veces impurificando las clases inferiores de harina, el centeno cornezuelo, de que ya hemos hablado en el tomo III. Semejante parásito se origina á veces en cantidades considerables en las espigas de los cereales, particularmente del centeno, y, sobre todo, en los veranos húmedos. Aparece en granos alargados con tres aristas obtusas, ligeramente encorvados y con una superficie de color violeta oscuro ligeramente escarchada; al interior es blanquecino y tiene una consistencia como carnosa en estado fresco, siendo la masa friable cuando seca. Por más que el cornezuelo tiene algún valor en virtud de su empleo en farmacia, se han dado algunos casos en que ha existido como impureza de la harina, ocasionando fenómenos de envenenamiento. El uso del centeno de cornezuelo tiene por consecuencia la enfermedad llamada titilación ó ergotismo, caracterizada por la particularidad de que el enfermo se siente molestado por un hormigueo que afecta á todas las partes de su cuerpo y que impide todo reposo, produciéndose, cuando el uso es continuado, convulsiones sumamente dolorosas y una paralización cada vez mayor de la actividad intelectual, y por consiguiente el idiotismo. En otro tiempo han sido relativamente frecuentes los envenenamientos de este género: así, por ejemplo, ocurrió un caso de una familia de aldeanos, compuesta de más de diez personas incluyendo los sirvientes, cuyos individuos todos enfermaron á consecuencia de haber comido varios días sucesivos un pan amasado con harina que contenía una cantidad considerable de cornezuelo, habiendo fallecido dos de las personas envenenadas. Aunque parezca increíble, en el mismo año 1883 se registraban todavía en el Estado alemán de Oberhessen 500 casos de envenenamiento, acompañados de ergotismo, por haber comido pan hecho con harina que contenía un 2 por 100 de cornezuelo.

A lo que parece, no se hallaba muy extendido por aquel país el uso de la harina pura obtenida en molinos perfeccionados.

Por lo que hace al grano enmohecido, ningún molinero de conciencia debe emplearlo jamás en la preparación de harina; pero ¿quién puede impedir que existan otros poco escrupulosos que, alentados por el afán de lucro, muelan también los granos así alterados? Aún no se sabe si esta masa actúa por sí misma como veneno, y hasta puede suponerse con fundamento que los esporos de este hongo sean completamente destruídos por la cocción del pan; pero no cabe dudar que influyen acelerando la fermentación de la harina, sobre todo cuando ésta no se halla completamente seca. Ahora bien: todo alimento en fermentación es perjudicial para la salud, y, por tanto, bastaría con lo dicho para comprender el peligro que entraña el uso de los granos en aquel estado. Pero además está por investigar si el hongo en cuestión contiene algún alcaloide venenoso, como sucede con el cornezuelo; y si fuera así, nada tendría de particular que dicho alcaloide resistiera sin descomponerse á las operaciones de la panificación, como resiste también la ergotina. La demostración del cornezuelo en la harina sólo puede llevarse á cabo por un químico experimentado; la del tizón del trigo, por medio del microscopio.

Pero desgraciadamente, á más de estas impurezas casuales de la harina, debidas á una fabricación defectuosa, se presentan con frecuencia, según ya hemos indicado, otras falsificaciones intencionadas, entre las cuales tenemos que distinguir algunas que no merecen un concepto tan criminal, como, por ejemplo, la mezcla de diversas clases de harina, bien procedentes de trigos baratos, bien de otros granos como el centeno, etc., por más que siempre constituyan un engaño. Peores son, sin embargo, las falsificaciones de la harina mediante sustancias no comestibles ó perjudiciales, como se presentan con frecuencia, y entre las que citaremos la adición de esteatita, arcilla, yeso, creta, espato pesado, tierra de infusorios y otras materias bien pulverizadas. No hace muchos años que los periódicos alemanes contenían una denuncia oficial contra la casa Hecremanns y compañía, de Rotterdam, que por el precio de 10 pesetas por 100 kilogramos, ofrecía á los molineros de la Prusia renana lo que llamaba harina ó blanco artificial, que consistía únicamente en yeso molido.

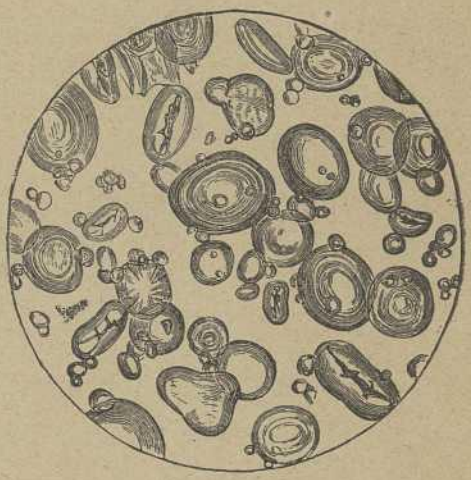
La mejor manera de descubrir la adición de semejantes materias minerales á la harina consiste en quemar ésta hasta que el carbón que en un principio se separa con su color negro, se haya transformado por completo en una ceniza perfectamente blanca. Esta operación, sin embargo, sólo puede practicarse en buenas condiciones en un laboratorio químico. La harina pura de trigo ó de centeno deja sólo de uno á uno y medio por ciento de cenizas blancas; todo aumento sobre esta proporción de cenizas revela una adición fraudulenta de sustancias minerales de la clase antes citada. Otro ensayo mucho más fácil-



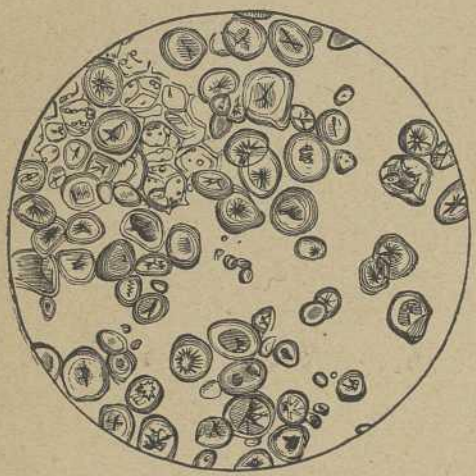
1.—Harina pura de trigo.

2.—Harina pura de centeno.

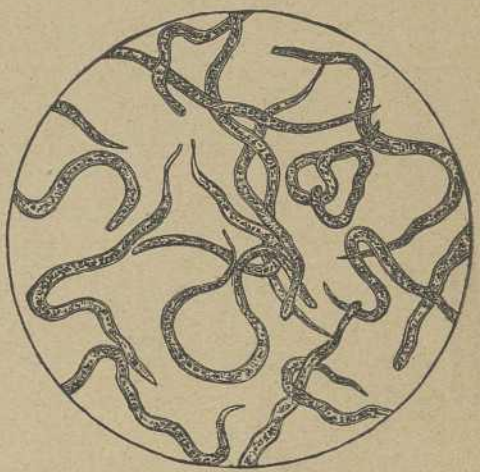
3.—Harina de guisantes.



4.—Harina de trigo falsificada con la de habas.



5.—Corpúsculos de almidón de maiz.



6.—Microbios del trigo.

mente practicable, aunque no tan exacto como el anterior, consiste en agitar en un vaso alto y estrecho como una copa de champagne, 5 gramos de harina (previamente desecada á 100° c.) con 25 centímetros cúbicos de cloroformo, añadir de 20 á 30 gotas de agua, agitando el contenido de nuevo fuertemente, y dejarlo luego en reposo. La harina de menor peso específico asciende lentamente á la superficie del líquido, donde se reune, mientras que las materias minerales más densas se depositan en el fondo. Después de separada la capa de harina flotante, puede recogerse, secarse y pesarse el precipitado. Este ensayo no es apropiado para el caso de que la falsificación sea la tierra de infusorios.

Las falsificaciones de harinas con otras clases de éstas sólo tienen evidentemente objeto y se verifican cuando las últimas son más baratas; la manera más segura de reconocerlas consiste en el empleo del microscopio. La harina de trigo pura, vista con un aumento de 420 diámetros presenta el aspecto de la fig. 1.ª, lám. XIII; consiste en granos de fécula grandes y pequeños, juntamente con restos de las paredes de las células. La fig. 2.ª de la misma lámina representa la harina de centeno, vista con el mismo aumento; los granos de fécula aparecen más redondeados y tienen mayor diámetro; los mayores suelen aparecer como abiertos en forma de estrella ó de cruz por la presión de las piedras moledoras.

También se presentan con frecuencia falsificaciones con harina de legumbres, como, por ejemplo, de guisantes y habas. Los granitos de fécula propios de estas semillas se reconocen fácilmente por las proyecciones irregularmente ramificadas que presentan en el microscopio; así se ve en las figuras 3.ª y 4.ª de la lámina XIII, que representan harina de guisantes y harina de trigo mezcladas con las de habas. La fig. 5.ª muestra, con un aumento de 420 diámetros, los granitos de fécula de la harina de maíz.

La harina de trigo se hace también inservible por una conservación defectuosa. La humedad la altera y determina la formación de mohos, en cuyo caso pierde todo valor como comestible. La buena harina, lavada con agua destilada, no debe enrojecer el papel azul de tornasol, ni volver azul el rojo; la harina obtenida con granos germinados enrojece el papel azul, ó, lo que es lo mismo tiene reacción ácida. La harina que ha contenido animales vivos tiene poco valor, pues si no está alterada, se halla muy próxima á estarlo, y, por consiguiente, su empleo no carece de peligro. Los seres vivos que aparecen en la harina antigua y mal conservada son ácaros de diversas especies como el *Ácarus farinæ* (fig. 406) y el *Ácarus plumiger*, así como un animalillo infusorio, en forma de gusano, que representamos con un aumento de 100 diámetros en la fig. 6.ª de la lámina XIII *(Vibrio trítici)*. También se hallan frecuentemente en la harina antigua las pequeñas larvas de una especie de gusanos como el *Asopia farinalis* y el *Tenebrion mólitor*.

La harina alterada no debe emplearse nunca en la preparación de alimentos, pues no son raros los casos en que se han observado resultados perjudiciales á la salud por su causa. Según las investigaciones del profesor Lombroso, de Turín, es probable que la pelagra, enfermedad común en Italia y en otros países en que el maíz forma una parte importante de la alimentación, sea debida al uso de harina de maíz alterada, y esta hipótesis ha recibido comprobación en cuanto Husemann ha llegado á separar del maíz sustancias engendradas por la fermentación, y que ejercían una acción muy enérgica sobre el sistema nervioso. También Brugnatelli y Pelogio se han ocupado hace algunos años en el estudio del maíz alterado, y han encontrado que en su harina existen bases orgánicas, cuya acción sobre el organismo era algo semejante á la de la nicotina cuando la alteración de la harina de maíz había tenido lugar en una época fría del año, y á la de la estricnina cuando la alteración de dicha harina tenía lugar durante los calores del estío. No debemos pasar en silencio algunos casos, en que la harina y el pan se han envenenado por un accidente desgraciado ó una inadvertencia. Así, por ejemplo, sucedió hace algunos años en Wurzburgo, que muchas personas enfermaron de una misma manera por haber comido pan amasado con harina, en la que había caído por casualidad alguna porción de arsénico blanco, y reconocida pronto la causa de la enfermedad, fué posible todavía salvar á los enfermos. En efecto, antes era común el empleo del arsénico blanco para envenenar á las correderas *(Periplaneta orientalis)*, insectos pertenecientes al orden de los ortópteros, aunque el vulgo las toma como escarabajos, y que abundaban en las panaderías donde no se tenía gran orden ni limpieza.

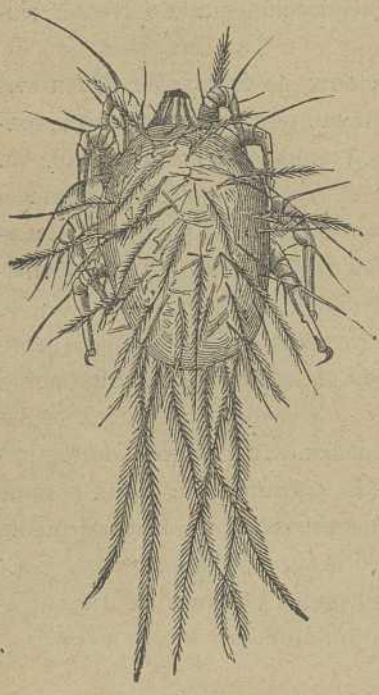


FIG. 406.—Ácaro de la harina.

¡Con cuánta facilidad podía entrar á mezclarse este veneno con la harina al menor descuido! De aquí que en muchos países se ha prohibido, con razón, el empleo del arsénico para envenenar semejantes insectos, sustituyéndosele por el bórax, que es inofensivo. Asimismo se ha encontrado algunas veces en la harina óxido de cinc, cuya presencia debía obedecer también naturalmente á algún accidente casual.

Los molineros ignorantes ó de poca conciencia sujetan á veces las muelas que están flojas, soldándolas con plomo fundido, ó bien las refuerzan con este

metal en los puntos en que han perdido más por el frotamiento, con objeto de equilibrar el peso, y al hacer esto no tienen en cuenta que pueden perjudicar con ello la salud de muchas personas. Así, en Sarxburg (Noruega) ocurrió en una ocasión presentar una porción de personas síntomas de envenenamiento por el plomo, como consecuencia de que un molinero había rellenado los agujeros producidos por el uso en sus muelas, con una mezcla de litargirio y glicerina. Con el continuo frotamiento durante la molienda se iban desprendiendo partículas de plomo, que quedaban mezcladas á la harina.

Citaremos todavía otro caso interesante de envenenamiento por el plomo, por medio del pan. El año 1877 enfermaron en París muchas de personas con síntomas de envenenamiento por el plomo: el origen de éste era que un panadero calentaba su horno con maderas antiguas de construcción, consistentes principalmente en puertas y ventanas viejas, pintadas con colores al óleo, que contenían albayalde. Este blanco de plomo, y también el plomo metálico reducido de él, por la acción del carbón y el calor del horno, se habían mezclado con la masa, todavía húmeda, del pan, colocada sobre el suelo del horno mismo, y de aquí el envenenamiento.

En Francia, Bélgica y Holanda tienen algunos panaderos la mala costumbre de añadir á la harina pequeñas cantidades de sulfato cúprico, alumbre ó sulfato de cinc, suponiendo que la harina mala da mejor pan mediante dichas sustancias. Pero estas adiciones venenosas deben proscribirse y castigarse por las leyes, pues por el uso continuado del pan que contuviera tales sustancias se originarían enfermedades crónicas del estómago, cuyos pacientes en vano pretenderían investigar la causa.

ALMIDÓN

Al almidón extraído mecánicamente de diversas partes vegetales se le somete también, con mucha frecuencia, á falsificaciones; pues prescindiendo de que se mezclan las clases más caras con las más baratas, y esto es lo más general, se emplean también con este objeto, lo mismo que para falsificar la harina de trigo, las materias térreas blancas, como el yeso, la arcilla, el espato pesado, etc.

Las clases de almidón empleadas para falsificar otras, se determinan por los precios respectivos. Las principales variedades comerciales son almidón de trigo, de arroz, de maíz, de patata, de tapioca, de arrowroot y de sagú. Cuando se trata de mezclas ó sustituciones de una de estas clases por otra, la investigación tiene que limitarse al microscopio, pues no existen diferencias de naturaleza química que permitan reconocer cada una de ellas. En la lámina XIII hemos representado microscópicamente la harina de trigo; los

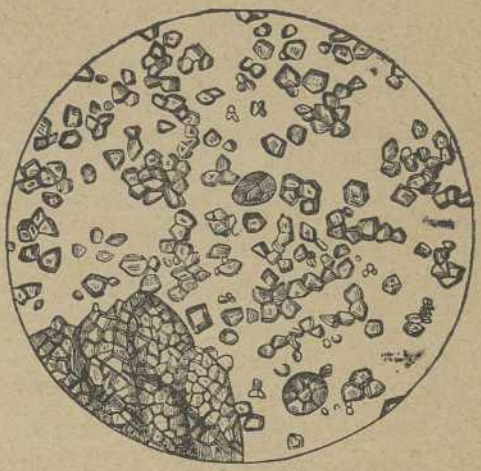
granos del almidón de patatas (fig. 1.ª de la lámina XIV, aumento de 240 volumenes) son mayores que los del almidón de trigo, no tienen la forma esférica de éstos, y además permiten reconocer capas concéntricas alrededor de un núcleo que no coincide con el centro de figura de los granos. Los granitos de almidón de maíz (fig. 5.ª de la lámina XIII) son menores que los del almidón de trigo, y suelen presentar en el centro una figura estrellada. El almidón de arroz (lámina XIV, fig. 2.ª) tiene los granos más pequeños y uniformes. Las figuras 3.ª y 4.ª de la misma lámina nos representan el sagú legítimo y el preparado artificialmente con almidón de patatas, ambos con un aumento de 240 volúmenes. En la fig. 5.ª se representa el arrowroot procedente de la *Maranta arundinácea.*

LECHE, MANTECA Y QUESO

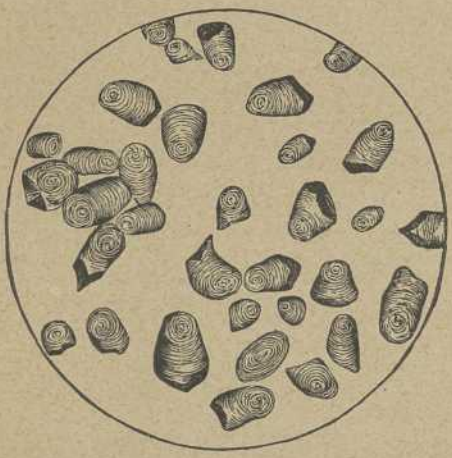
Las falsificaciones de la leche, este alimento tan importante y de uso tan general, consisten principalmente en una sustracción de los componentes más nutritivos y valiosos (crema) y una adición de sustancias sin valor, como agua. La determinación del peso específico nos ofrece ya un punto de mira respecto á la constitución de la leche, de su riqueza en grasa y en extracto; es decir, el conjunto de las sustancias que se obtienen cuando se evapora cuidadosamente la leche, hasta hacer desaparecer todo el agua. También ofrecen interés para poder estimar la calidad de una leche, la determinación de la cantidad de cenizas que deja aquel residuo y del ácido fosfórico contenido en ellas.

Pero hasta hace pocos años han reinado entre los mismos químicos opiniones diversas acerca de la composición normal de la leche de vaca, que es casi la única clase comercial de leche. En efecto, los datos sobre su peso específico oscilaban entre 1,016 y 1,040, y los relativos á la cantidad de grasa contenida, entre 1 y 6 por 100. La causa de esta señalada diversidad en los datos aludidos se hallaba en la circunstancia de proceder de experiencias practicadas con fines químico-fisiológicos con la leche de animales aislados de diferente constitución, edad y raza, para estudiar fenómenos y cambios de naturaleza fisiológica y patológica. Pero desde que los químicos han hecho objeto de sus estudios el análisis de la leche comercial, respondiendo al interés público del objeto, los valores límites del peso específico y de la riqueza en los diferentes componentes se han aproximado mucho más entre sí, desapareciendo en gran parte las diferencias antes indicadas, toda vez que la leche comercial no procede de un solo animal, sino que se obtiene ordeñando todos los animales existentes en un establo, lo cual supone una compensación entre las particularidades de la leche de cada uno de ellos. Así, por ejemplo, es sabido que la leche de una vaca preñada disminuye considera-

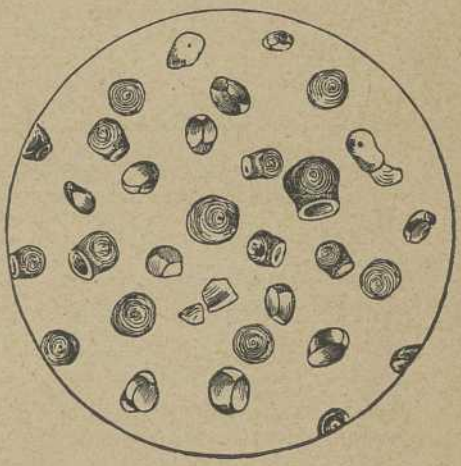
1.—Almidón de patata.



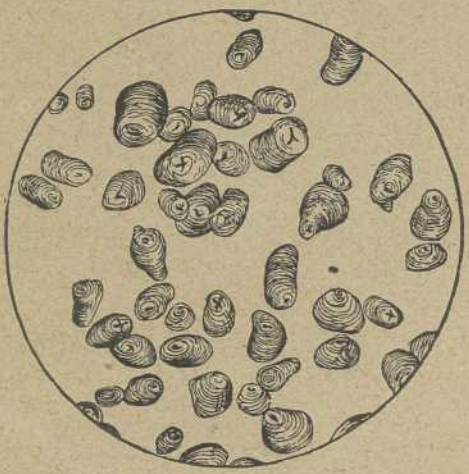
2.—Almidón de arroz.



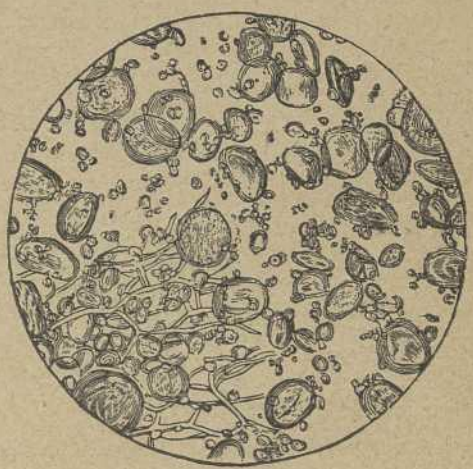
3.—Sagú verdadero.



4.—Sagú de patata.



5.—Arrowroot.



6.—Corpúsculos de almidón de la harina de cebada.

blemente en cantidad, pero aumenta en componentes sólidos y en crema, de modo que el peso específico puede llegar hasta 1,040, mientras que, por el contrario, la leche de la misma vaca recién parida es más acuosa y ligera, pudiendo descender su peso específico hasta 1,025 ó más. Del mismo modo la edad de la vaca, la clase y cantidad del pienso tienen gran influencia sobre su leche. El peso específico de la leche comercial, ó sea el tipo medio, oscila entre 1,029 y 1,034 á 15° centígrados, y puede admitirse, según las experiencias de Deitzsch, persona competente, que una leche comercial cuyo peso específico caiga fuera de estos límites, ó bien procede de animales enfermos, ó ha sido de intento falsificada.

En la mayor parte de las grandes ciudades se practica hoy regularmente

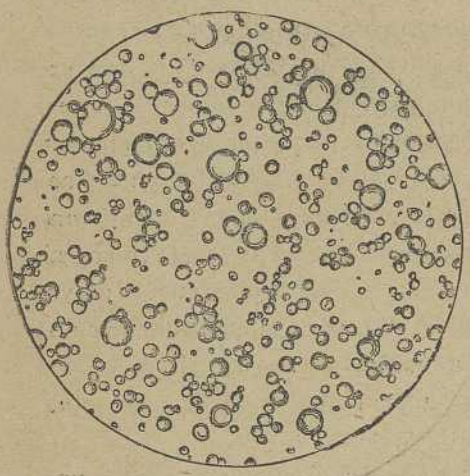


FIG. 407.—Leche de vaca, con un aumento de 630 volúmenes.

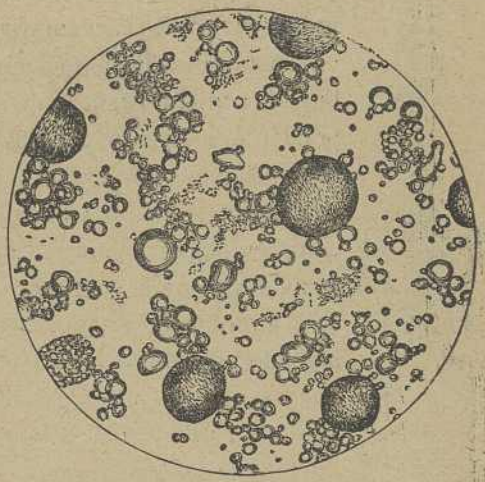


FIG. 408.—Calostrum.

una comprobación policiaca de la leche comercial, con arreglo á las ordenanzas establecidas respecto á su peso específico y la cantidad normal de sus principales componentes.

El color de la leche buena debe ser blanco, ó ligeramente amarillento; nunca azulado, pues esto último es señal de haber sido descremada. Debe presentar aspecto graso y algo espeso, de modo que una gota colocada sobre la uña del pulgar no escurra, sino que permanezca convexa.

La leche no falsificada aparece al microscopio como se ve en la fig. 407, cuando el aumento es de 630 diámetros; cuando es menor éste, por ejemplo, de 200 volúmenes, las esferitas grandes y pequeñas se presentan confundidas entre sí; si la leche ha sido diluída con agua, los vacíos son tanto mayores cuanto mayor cantidad de agua se ha empleado en la falsificación. Dichas esferitas son de grasa.

La leche de las vacas, dentro de los ocho primeros días después del parto, ó sea el llamado *colostrum*, tiene un aspecto diferente, como muestra la figu-

ra 408; semejante leche no debe venderse, pues es perjudicial á la salud.

La determinación del peso específico de la leche puede hacerse por medio de los picnómetros; pero en la mayor parte de los casos basta el empleo del llamado lactómetro, que descansa en general en el principio de los densímetros. Con este sencillísimo instrumento pueden practicar ensayos de leches hasta los más profanos en la química, y por lo mismo conviene describir exactamente la práctica de tales ensayos. En primer lugar, hay que poner la leche á la temperatura normal de 15°, enfriándola ó calentándola según los casos, siendo la mejor manera de conseguir el objeto la inmersión de la vasija en que la leche está contenida, en agua fría ó caliente, después de introducir en ella un termómetro. Una vez alcanzada la temperatura deseada, se introduce en la leche el lactodensímetro de Guevenne, representado en la fig. 409, y se observa hasta qué división se sumerge el instrumento. Si la leche es buena, penetra hasta la división 30 á 33, cuyos números corresponden á los pesos específicos 1,030 y 1,033, pues para abreviar se consignan en la escala tan sólo las dos cifras de las centésimas y milésimas de los valores correspondientes que se consideran como grados del aparato. Cuando la leche está mezclada con agua, es más ligera, y el densímetro se sumerge tanto más, cuanto mayor es la proporción de agua añadida. Así, por ejemplo, cuando se ha añadido un 10 por 100 de agua, señala el aparato el grado 27 á 29, y si el agua añadida es en cantidad igual á la de leche pura, 14 á 17; es decir, una densidad de 1,014 á 1,017.

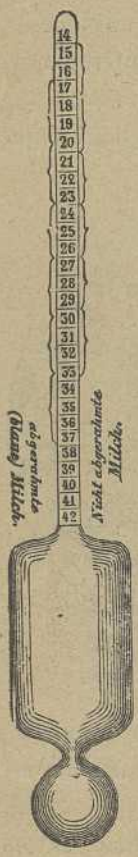


Fig. 409. Lactodensímetro de Guevenne.

Pero si se deja en reposo por veinticuatro horas una leche normal que señale 30 á 33° del lactodensímetro, y después se separa la crema que en tales condiciones se reune en la superficie, se encuentra que por la eliminación de este componente, más ligero que el agua, el peso específico de la leche se ha elevado hasta 32,5 ó 36°,5. Ahora bien: si á esta leche se añade agua, descenderá su peso específico; pero siempre será éste superior al que corresponde á igual cantidad de agua sobre la leche no descremada. Por esto el lactodensímetro tiene á cada lado de la división una escala diferente, según que se trate de leche íntegra ó descremada. Los grados entre los cuales puede oscilar el peso específico de una leche para una misma proporción de agua, están incluídos dentro de una llave.

Pueden ocurrir casos, sin embargo, en que las indicaciones del peso específico no sean suficientes para deducir consecuencia alguna sobre la naturaleza de una leche; por ejemplo, el de que se le haya quitado una parte de la crema, y después añadido, con toda intención, la cantidad de agua necesaria para que recobre el grado normal de densidad, es decir, de 30 á 33° del lactó-

metro. Tal leche podría darse como no falsificada, si no se practicara ningún otro ensayo, y en realidad pasa como buena en muchas poblaciones. Pero se reconoce el fraude cuando á las indicaciones del lactómetro se añaden las del *cremómetro*, que muestra la fig. 410, y que consiste en una campana con pie que tiene una graduación en la mitad superior. Lleno de leche este cilindro hasta el *cero* de la escala y abandonado al reposo durante veinticuatro horas, se separa en este tiempo una capa de crema, que en la leche ordinaria comercial no descremada llega hasta la división 10, y en la leche de mejor clase hasta la 12, correspondiendo esto á la presencia de una cantidad de crema igual al 10 ó al 12 por 100 en volumen. Cuando la leche está en parte descremada, suele manifestar desde 6 por 100 en adelante. Pero por medio del cremómetro sólo puede descubrirse si la leche está descremada en todo ó en parte, mos no si el defecto en la cantidad contenida de crema es debido á una sustracción de ésta ó á una adición de agua, lo cual sólo puede decidirse cuando después de separar la capa de crema formada en la superficie, se determina de nuevo con el lactómetro el peso específico del líquido, siempre á una temperatura de 15°. Ahora bien; esta leche privada de crema debe poseer un peso específico de 2,5 á 3,5 grados mayor que antes, ó sea comprendido entre 32,5 y 36,5 grados; un valor inferior demuestra la adición de agua. Si se obtiene el valor de 32,5 ó 36,5, pero la cantidad de crema contenida es inferior á 10 por 100, es que se ha descremado la leche. La leche descremada en parte, sin otra falsificación, sólo manifiesta un aumento de 1,5 á 2° de densidad por la separación de la crema que todavía contiene; por consiguiente, en lugar de 31,5 á 34 manifiesta después de 33 á 35,5 grados; pero en el cremómetro revela una proporción inferior al 6 por 100, lo que prueba que se ha añadido leche completamente descremada; cuando la densidad de la leche descremada coincide con un grado, á lo más, de diferencia con la leche, es que se ha añadido agua.

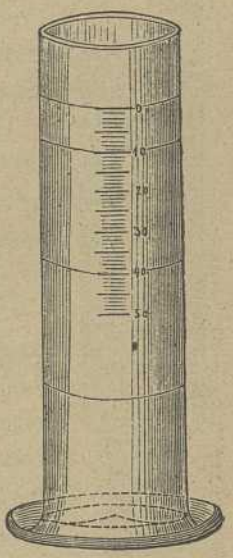


FIG. 410.—Cremómetro.

De todos modos, el cremómetro, como se comprende fácilmente, no puede dar indicaciones muy exactas, pues son muchas las circunstancias que influyen en la separación de la crema de la leche. De aquí que para las investigaciones precisas no sea bastante la determinación de la crema, sino que haya que determinar también la proporción de grasa; pues, en efecto, la crema no puede considerarse como grasa pura, sino simplemente como una porción de leche muy rica en gotitas de manteca, y, por otra parte, no está tampoco contenida ella toda la grasa existente en la leche.

La cantidad de grasa sólo puede determinarse por los procedimientos químí-

cos, pudiéndose asociar esta determinación á la de la cantidad de residuo fijo en general. Se mezcla con el doble de su peso de yeso calcinado, ó de arena blanca, completamente pura y bien seca, una cantidad de leche exactamente pesada de antemano, y se lleva al baño de María, donde se mantiene agitándola hasta secarla, pesando entonces el residuo. Restando de la cantidad de éste el peso de la arena, la diferencia es el del extracto seco de la leche: en la clase buena comercial asciende éste á 12,5 por 100; en la clase inferior, pero no falsificada, á 11,5 por 100; la leche descremada en parte contiene sólo de 10,5 á 11 por 100: de extracto. Este extracto se trata en aparatos adecuados con éter que disuelve la grasa, y separada la capa etérea, y evaporado el disolvente puede pesarse el nuevo residuo, que da la cantidad de grasa existente, y cuyo peso asciende á un 3 por 100 del de la leche en las clases buenas no descremadas.

FIG. 411. Lactóscopo de Feeser.

El aparato representado en la fig. 411, llamado lactóscopo de Feeser, se funda en un principio óptico y es muy á propósito para ser usado por las personas no ejercitadas en trabajos químicos, así como para un ensayo preliminar por parte de la policía. Consiste en un cilindro hueco graduado de vidrio, en cuya parte inferior más estrecha lleva una escala grabada. El principio de este instrumento consiste en que una leche aparece tanto más opaca, cuanto mayor cantidad de gotitas de grasa contiene en suspensión, y que, por tanto, hay que añadirle una cantidad mayor de agua para hacerla transparente, mientras que una leche pobre en grasa se hace transparente añadiéndole una pequeña cantidad de agua. Se ponen en el cilindro de vidrio, por medio de una pequeña pipeta, cuatro centímetros cúbicos de la leche que se ensaya, que se ha agitado bien previamente. Esta cantidad de leche debe ocupar precisamente la parte inferior del cilindro estrecho hasta el *cero* de la pequeña escala trazada en él. Después se va añadiendo agua por pequeñas porciones y agitando cada vez hasta tanto que las rayas oscuras de la escala, que en un principio no se veían á través del líquido, se hagan perceptibles débilmente, pero lo bastante para poderlas contar. Entonces se lee el nivel del líquido en el cilindro superior; el número situado enfrente de dicho nivel, en la escala de la derecha, da la proporción centesimal en peso de grasa contenida en la leche objeto del ensayo, y el de la escala de la izquierda la cantidad de agua en centímetros cúbicos que ha sido necesario añadir para llegar al resultado indicado. Para hacer visibles las divisiones negras de la parte inferior con una leche comercial normal que contiene 3 por 100 de grasa, habrá, pues, que añadir 60 centímetros cúbicos de agua, toda vez que el

número 60 se halla enfrente del 3 en las escalas correspondientes. No es posible desconocer que en el manejo de este instrumento existe cierta incertidumbre, dependiente principalmente de la subjetividad de la estimación en él; pero siempre puede prestar buenos servicios para un ensayo preliminar, conforme ya hemos insinuado.

Se encuentran en algunos libros indicaciones acerca de la falsificación de la leche con sustancias que, si bien se han presentado en ocasiones, hoy apenas se da el caso de encontrarlas; así, por ejemplo, se dice que se ha empleado para falsificar la leche, harina, almidón, goma arábiga, dextrina, sesos de ternera y sustancias análogas (véase la fig. 412); pero como esto sólo ocurre en

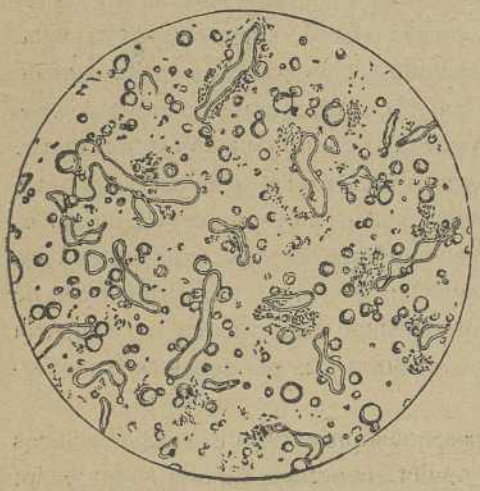


FIG. 412.—Leche artificial con sesos de carnero.

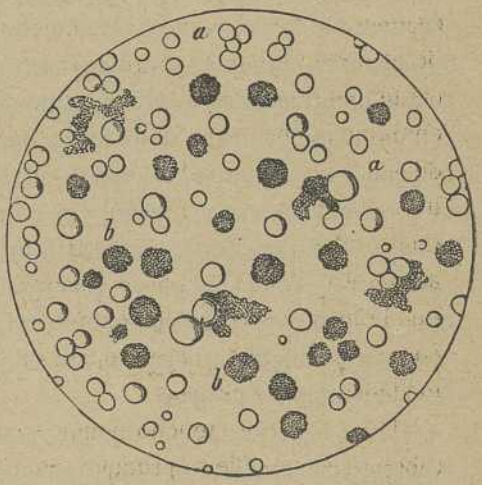


FIG. 413.—Leche con pus.

casos muy aislados, no queremos entretenernos en describir los medios á propósito para demostrar la presencia de tales sustancias, cosa que, por lo demás, es muy sencilla para cualquier químico, prefiriendo dedicar algunos renglones á la leche patológica y á los peligros para la salud que su uso puede ocasionar cuando no se la hierve previamente. Es fácil de concebir que un producto tan complejo del proceso vital de los animales como es la leche, ha de sufrir alteraciones que hagan peligroso su uso, sobre todo para los niños, bien en el mismo cuerpo del animal, cuando éste no se halle completamente sano, ó porque se someta á un cambio de alimentación, ó bien después de ordeñada por falta de cuidado en su conservación. Por efecto de enfermedades de la vaca se obtienen leches, que se designan con los calificativos de acuosa, gomosa, viscosa, amáraga, agria, amarilla ó roja; pero las más peligrosas son las que contienen gérmenes de bacterias ú otras sustancias infecciosas. Ningún cuerpo es tan buen vehículo de este género de sustancias como la leche, y en más alto grado la leche de animales enfermos, en cuyo caso contiene muchas veces gotitas de pus, como muestra la fig. 413.

Cuando se considera el estado en que se hallan muchas veces los establos de los pequeños propietarios, la escasez de sitio, lo defectuoso de la ventilación y lo imperfecto de la limpieza en ellos, no hay por qué admirarse de que tales animales adquieran enfermedades; de que los gérmenes contagiosos, esa multitud de organismos microscópicos destructores existentes por todas partes, encuentren en semejantes lugares campo muy apropiado para su desenvolvimiento. En efecto: estos animales necesitan, como el hombre, luz y aire en cierta abundancia para estar sanos y fuertes, y en el establo de una pequeña propiedad apenas si se cuida de que haya aire y luz, obligando al ganado, sobre todo en el invierno, á vivir constantemente en una atmósfera impurificada por su propia exhalación y respiración, y hasta por sus excrementos; y precisamente la leche, como hemos dicho, posee en grado superlativo la cualidad de absorber, alimentar y proteger el desarrollo de las materias infecciosas de ciertas enfermedades. La escarlatina, la difteria, el tifus, han sido muchas veces contagiadas por medio de la leche, bien por la suciedad de las personas que se dedican á su comercio, ó porque se lavaran las vasijas de la leche con agua que ya hubiera dado ocasión, por su mala calidad, á la producción de epidemias, ó bien por que se añadiera á la leche un agua de esas condiciones para adulterarla. Todas las observaciones coinciden en comprobar el resultado de que la leche desgraciadamente se ha manifestado con demasiada frecuencia como un vehículo muy apropiado para transportar los gérmenes de las enfermedades más peligrosas.

Desde hace ya mucho tiempo se sospechaba que el uso de la leche de vacas tuberculosas pudiera producir en el hombre el contagio de esta enfermedad; pero no había podido comprobarse todavía semejante sospecha. Después fueron multiplicándose las observaciones sobre el supuesto contagio, y así, por ejemplo, en el año 1877 refiere Demme un caso en la forma siguiente: un muchacho robusto y bien alimentado por su madre hasta la edad de cinco meses, enfermó poco tiempo después de destetado, á consecuencia del uso continuo de la leche de vaca, cruda ó simplemente templada por la inmersión de la vasija que la contenía en agua caliente. La vaca de que procedía la leche se alimentaba exclusivamente hacía catorce meses con heno, y el niño fué adelgazando visiblemente, adquirió una fuerte diarrea, y murió, cuatro meses después de destetado, de una hidropesía cerebral rápidamente desarrollada. Este triste resultado, á primera vista inexplicable, obtuvo, sin embargo, explicación por la autopsia del pequeño cadáver, pues se observó una extensa tuberculosis de los intestinos gruesos y delgados y de las glándulas intestinales, encontrándose también tuberculosos en alto grado los pulmones de la vaca, cuya leche había servido para alimentar al niño, y la cual falleció algunas semanas más tarde. En el niño, la enfermedad vino á surgir en las partes de su cuerpo que se ponían en contacto inmediato con la leche, y donde los

gérmenes infecciosos encontraban condiciones propias para arraigar. Así se reconoció claramente que dichos gérmenes pasaban de los pulmones de la vaca á sus arterias y venas, y desde éstas se transmitían á la leche segregada.

Este y otros casos análogos vinieron á decidir la cuestión de si la leche de vacas tuberculosas podía ó no engendrar la tisis. Pero la gloria de haber puesto en claro esta cuestión corresponde en realidad á Koch, de Berlín (el mismo que descubrió el bacillus del cólera), toda vez que descubrió la verdadera causa de la tisis, tanto en su forma de tuberculosis (pequeños tubérculos redondeados en los pulmones y otros órganos) como en la forma de una ulceración del tejido pulmonar. Lo mismo que en el carbunclo, el cólera, y probablemente en muchas otras enfermedades infecciosas, en la tuberculosis es también la causa una bacteria particular. El motivo de que no se hubiera descubierto antes este microscópico agente destructor puede hallarse, tanto en la extraordinaria pequeñez de semejante bacteria, como en la circunstancia de ser completamente incolora y transparente, de suerte que pasa inadvertida su presencia en el campo del microscopio. La química es también en este caso quien puso en manos de Koch medios auxiliares que hicieron posible el descubrimiento, tales como las dos nuevas materias colorantes de la brea, llamadas vesubina y azul de metilo, de que dicho sabio hizo aplicación para colorear las preparaciones microscópicas. Por medio de la última, los bacillos sospechados por él adquirieran un color azul hermoso, pudiéndose reconocer y hasta determinar su magnitud, forma y número, mientras que al mismo tiempo se daba, por medio de la vesubina, un color pardo á todas las otras sustancias existentes simultáneamente en la preparación, como, por ejemplo, fibras, células, pedazos de tejidos, etc.

En el éxito y sanción decisiva de estas experiencias influyó esencialmente la feliz circunstancia de que todas las demás bacterias conocidas hasta hoy se coloreaban en estas condiciones, lo mismo que las partes del tejido de nuestro cuerpo, es decir, en pardo, de modo que esta coloración azul del bacillo de la tuberculosis con el azul de metilo constituye un medio excelente para reconocer fácilmente este bacillo y diferenciarlo de otras especies. La bacteria de que tratamos tiene la forma de bastoncitos muy delgados y pequeños, y pertenece, por tanto, al grupo de los bacillos; su longitud se halla generalmente comprendida entre la cuarta parte y la mitad del diámetro de los glóbulos rojos de la sangre humana, alcanzando sólo en algunos casos un valor igual al total de este diámetro. Los más pequeños de esos seres miden, pues, aproximadamente, una milésima de milímetro de longitud. Koch, por medio de experiencias muy exactas, dió sobre 209 animales diferentes la prueba práctica de que los aludidos bacillos son realmente la causa de la producción de los tubérculos; y al demostrar también que la tuberculosis de la vaca es idéntica á la del hombre, nos señaló el camino por el que la mayor

parte de semejantes organismos pueden penetrar en nuestro cuerpo en tal cantidad, que lleguen hasta herir á un hombre sano, mientras que éste puede resistir á la acción de pequeñas cantidades, tales como existen casi por todas partes; y dicho camino es, según lo dicho, la bebida de la leche procedente de vacas tuberculosas, así como la carne cruda de estos mismos animales.

LA MANTECA DE VACA

También se la somete, lo mismo que la leche, á frecuentes falsificaciones, no sólo por la incorporación que á veces se le hace de cantidades excesivas de agua para aumentar su peso, sino también por la adición de diversas clases de grasa y de manteca artificial. Todavía, y por más que parezca increíble, se presentan á veces casos de falsificación con harina, fécula de patatas, creta, yeso y otras materias. La manteca alterada por putrefacción, no sólo tiene un sabor desagradable, sino que es tambien perjudicial á la salud.

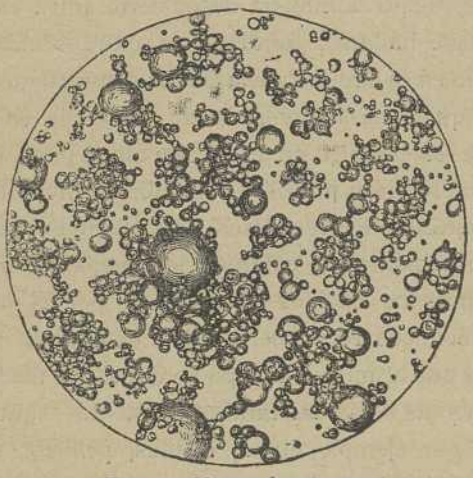


Fig. 414.—Manteca de vaca pura.

La presencia de una cantidad muy grande de agua, así como sal, se encuentra sencillamente fundiendo con cuidado la manteca; de este modo se separan también las partículas de caseína que puedan existir y se demuestra directamente la existencia de las sustancias antes citadas que hubieran sido añadidas; pero es mejor disolver la manteca en éter ó bencina, en cuyo caso dichas sustancias mezcladas quedan como residuo y pueden caracterizarse fácilmente.

La comprobación de las grasas con que se puede haber adulterado la manteca entraña dificultades, y sólo puede verificarse por un químico práctico, y se funda en la determinación del peso específico, punto de fusión y cantidad de ácidos grasos volátiles, y en parte en la determinación de la cantidad de álcali necesaria para saponificarla; también se recurre á la investigación microscópica. La manteca pura debe manifestar al microscopio, con un aumento de 630 diámetros, únicamente gotitas de grasa ya grandes, ya pequeñas, tales como se representan en la fig. 414. Debemos advertir aquí que la manteca que no ha sido fundida previamente, aparece oscura, vista al microscopio con *luz polarizada*, mientras que toda clase de grasa ya fundida presenta puntos brillantes en tales condiciones. Para este ensayo se coloca sobre el porta-

objetos un poco de la manteca objeto de él; se pone encima un cubre objetos y se mira con un aumento de 250 á 300 diámetros. Si en el campo oscuro de la manteca no aparece ningún punto brillante, y por otra parte el peso específico coincide con el de la manteca pura, podemos afirmar que no existe ninguna grasa extraña. Hasta hoy no se conoce un medio que permita reconocer, en los casos de falsificación, qué materias grasas se han empleado en ella. El gusto, el olor y la estructura de la manteca no son siempre constantes, sino que dependen de los pastos, de las razas, de la estación, del tratamiento al prepararla, y de otra porción de circunstancias; tambien juega en esto un gran papel la manera de conservar la manteca, la cual manteca es sensible en alto grado á toda clase de olores, y hasta adquiere con facilidad el gusto de otros cuerpos, por lo que, tanto en su preparación como en su conservación, hay que observar la mayor limpieza y cuidar de que no pueda recibir olores extraños. Además, debe ensayarse la manteca; su punto de fusión oscila entre 34,5 y 36° c.; el punto de congelación entre 15,5 y 20° c. La grasa pura de la manteca se funde entre 31,5 y 34°,8 y se solidifica entre 19,5 y 21° c.; la manteca artificial (oleomargarina) tiene, por el contrario, á 27° el punto de fusión, y á 25 el de solidificación.

Por lo que hace al queso, las falsificaciones son menos frecuentes; se dice que á veces se le ha añadido harina, pero esta adulteración se puede demostrar fácilmente al microscopio, así como por la coloración azul que se produciría en tal caso hirviendo un poco de la masa en agua y añadiendo, después de enfriado el líquido, unas gotas de tintura de yodo. Cualquiera adición fraudulenta de sustancias minerales, como creta, yeso, etc., se podría descubrir en él, lo mismo que en la harina, por el aumento considerable de las cenizas que dejara por su combustión. El queso demasiado añejo es perjudicial á la salud.

CARNE Y SUS PREPARADOS

Claro es que no se trata, ni hay lugar á ello, de una falsificación propiamente dicha de la carne que empleamos para asar y guisar en nuestras cocinas: el único problema que podemos considerar aquí, es el de su procedencia; es decir, á qué animal ha pertenecido, y si, por ejemplo, se nos quiere hacer pasar la carne de caballo por carne de vaca. Esta cuestión no puede resolverse desde el punto de vista químico, pues no se conocen caracteres de este género distintivos entre las diversas clases de carne, ni siquiera la investigación microscópica ofrece referencias seguras para el objeto. Semejante distinción es, si acaso, posible sólo en grandes trozos.

Pero más importante que la anterior es la cuestión de si la carne procede de animales sanos ó enfermos, ó si estando sana en un principio, ha entrado

ya en putrefacción. Es tan grande el interés de este asunto para la salud, que nos creemos obligados á tratarlo con alguna extensión. El peligro de enfermar por comer carne en mal estado es siempre mucho menor en las grandes ciudades, donde hay establecidos mataderos públicos y una policía especial para el reconocimiento de las carnes de los mercados, que en las poblaciones pequeñas y en el campo, donde no son posibles tales precauciones, y donde dicho peligro se hace mayor por lo mismo que los carniceros y tratantes en ganados encuentran dificultad para dar salida á productos de malas condiciones en las grandes ciudades.

La carne buena debe tener un color rojo vivo y un olor débil, fresco y no desagradable; debe ser elástica y jugosa. El olor se manifiesta, sobre todo, pinchándola con un cuchillo, que se mete antes en agua caliente. Pero estas propiedades, por sí solas, no ofrecen bastante garantía de que la carne proceda realmente de animales sanos, antes bien es preciso someterla todavía á una exacta investigación. Como regla general, puede decirse que no debe destinarse á la alimentación del hombre la carne de ningún animal que antes de ser sacrificado no manifieste todos los indicios de estar sano. Ciertas enfermedades de los animales son transmisibles al hombre por medio de la carne, sobre todo si no está suficientemente asada ó cocida, y más aún, si se come cruda. Pero en algunos casos es también peligrosa para la salud la carne, por más que su cocción sea completa, como, por ejemplo, cuando se han originado las llamadas ptomaínas (venenos cadavéricos), ó cuando existan gérmenes infecciosos que no pierden su actividad por el calor. Las siguientes reglas dadas por el Director que fué de la Escuela de Veterinaria de Berlín, profesor Gerlach, pueden servir para resolver la mayor parte de las cuestiones relativas á la aceptación de las carnes como artículo alimenticio:

1.° Debe considerarse como inadmisible la carne de todo animal muerto á consecuencia de una enfermedad interna, ó que haya sido matado durante la agonía, lo mismo que esta muerte vaya acompañada de hemorragia, que en el caso contrario; tampoco debe destinarse á la alimentación la carne de animales sanos, pero cuya muerte es resultado de una fatiga ó esfuerzo excesivo.

2.° No es comestible la carne de animales atacados de enfermedades contagiosas transmisibles al hombre, como, por ejemplo, el carbunclo, la hidrofobia, el muermo, la pústula maligna, la tuberculosis, etc.

3.° Es peligrosa para la salud la carne de animales envenenados.

4.° Lo es asimismo la carne de animales atacados de enfermedades graves infecciosas, como el tifus, la infección pútrida, y la purulenta.

5.° Igualmente es perjudicial á la salud la carne de animales que contiene parásitos que pueden desarrollarse en el cuerpo del hombre, como son la trichina y ciertos gusanos céstodes (tenia).

6.° Por último, es perjudicial la carne en putrefacción.

Cuanto se ha dicho de la carne es evidentemente aplicable también á todos los productos preparados con ella, como embutidos, conservas, pasteles, etc.

No hace muchos años ocurrieron en dos pequeñas poblaciones alemanas (Wurzen y Kloten, cerca de Zurich), casos de envenenamiento que prueban hasta qué extremo puede ocasionar tristes efectos el uso de carnes malsanas. En el primero de los citados pueblos fué una vaca, atacada probablemente de carbunclo, la que dió motivo á que enfermaran 206 personas, algunas de las cuales fallecieron á consecuencia de la enfermedad. En Kloten fué una ternera, que sin duda había sido atacada de tifus, y cuya carne se comió en embutido, lo que hizo enfermar, al cabo de varios días, á unas 500 personas, de las cuales murieron cinco.

El contagio de tales enfermedades de los animales puede tener lugar sin que se coma la carne de ellos, con sólo que ésta ó la sangre se ponga en contacto con una herida abierta, ó cualquier solución de continuidad en nuestra piel; y á veces basta la picadura de un insecto que haya permanecido antes algún tiempo sobre la carne del animal enfermo.

Estos últimos pueden determinar el contagio aun cuando no produzcan herida, como sucede con las moscas, con sólo que se apliquen sobre una porción desprovista de epidermis. Según las experiencias practicadas en este sentido por Reimbert con las bacterias del carbunclo, las moscas, tanto ordinarias como los llamados moscardones (pero no los tábanos), chupan con gran avidez la sangre de las reses atacadas de carbunclo. Con los intestinos de estas moscas, en los que puede demostrarse con el microscopio la presencia de las bacterias en cuestión, fueron inoculados varios cerdos y conejos, que á las sesenta horas ya habían fallecido con todas las señales de la enfermedad. Se ve, pues, por lo dicho, cuán peligroso es el simple manejo de las carnes procedentes de animales afectados de semejante padecimiento.

Y si el consumo de la carne cruda de vaca puede inspirar tan fundados temores en las localidades en que no existe inspección alguna de policía sanitaria, aún hay mayor motivo para recelar de la carne cruda de cerdo, por más que haya sido salada y ahumada, pues hay que añadir, tratándose de ella, el peligro de que existan la trichina y la tenia.

Seguramente debemos suponer que las trichinas no sean una creación de los tiempos modernos, sino que, por el contrario, habrán producido sus malos frutos en los pasados siglos; sólo que antiguamente no se conocía la causa de las enfermedades por ellas originadas. Las trichinas fueron observadas por primera vez, enquistadas, en el año 1832, por Hilton, director del hospital Guy de Londres, en el cadáver de un hombre. Hilton las describió como pequeños granitos blancos, pero sin que tuviera noción de su verdadera naturaleza. En efecto, la opacidad de las paredes calcáreas de las cápsulas no permitía reconocer los gusanos (que no otra cosa son las trichinas) contenidos en su inte-

rior. En 1835 se encontró por primera vez por el conservador Owen, y también en un cadáver humano, una trichina dentro de la cápsula, pero que estando ésta en el primer período de formación, permitía descubrir á través de sus paredes un gusanillo filiforme arrollado en espiral. Owen dió á este gusano el nombre de *Trichina spiralis*. Advertido por este descubrimiento, el profesor Henle, de Berlín, encontró en el mismo año trichinas encerradas también en cápsulas calizas dentro de preparaciones de músculos pectorales y del cuello, conservadas por él. Poco después se encontró también el gusano vivo y sin cápsula en la carne de cadáveres humanos, si bien todavía no se atribuyó á él la causa de la muerte. También seguía aún en completa oscuridad todo cuanto se refiere á la historia del desenvolvimiento y á la clasificación sistemática de este ser, y sólo cuando más tarde se encontraron trichinas en el cuerpo de otros animales, fué poco á poco descorriéndose el velo de semejante ignorancia. Herbst descubrió en Göttingen en 1845, y Guzlt en Berlin en 1849, la trichina en los gatos; el mismo Herbst la encontró en 1848 en un perro, y Bidy en 1847 en un jamón de cerdo. Estos descubrimientos indujeron á Herbst á practicar experiencias dando á comer á los animales carne que contenía trichinas vivas; también Leuckart practicó en 1855 en Giessen experiencias análogas y encontró que en el tubo intestinal de las ratas alimentadas con carne humana trichinosa, salían las trichinas de sus cápsulas, y al tercer día habían adquirido ya el doble de su tamaño primitivo. Virchow observó que las trichinas situadas en el tubo intestinal producían huevos. En todas estas experiencias de alimentación resultó que la carne compuesta de músculos rojos ó estriados de los animales sometidos á las experiencias y después muertos, se hallaba completamente sembrada de trichinas.

Las experiencias practicadas por Leuckart en el año 1860 ofrecieron una importancía especial. En efecto, dió de comer kilo y medio de carne humana que contenía trichinas vivas á tres perros y dos cerdos jóvenes. Cada uno de esos animales ingirió de 220 á 230 gramos de dicha carne, y con ella unas 300.000 trichinas enquistadas, toda vez que por término medio existían de 12 á 15 trichinas por cada centigramo de carne. Al cuarto día se mostró ya en uno de los perros, que se mató, toda la pared interna del canal intestinal cubierta de una espuma blanca, en la que se reconoció, mediante el microscopio, una multitud de gusanitos filiformes extraordinariamente pequeños. Además, existían en el mismo tubo intestinal miles de trichinas libres que habían crecido y desarrollado órganos sexuales bien perceptibles, así como otras que rebosaban de huevecillos. Por estas y otras experiencias análogas se vino á deducir que los animales alimentados con carne trichinosa, cuando no eran sacrificados, enfermaban con fiebre y dolores artrálgicos, muriendo, por último, en su mayor parte.

En la misma época, el año 1860, se demostró de un modo indudable

por el profesor Zeuker, de Dresde, la correlación entre la enfermedad producida en el hombre por la alimentación de carne de cerdo trichinosa, y la muerte; habiéndose ofrecido, desgraciadamente, desde entonces, frecuentes ejemplos de pequeñas y grandes epidemias de trichina, como la que atacó en el otoño de 1863 á Hettstädt y sus alrededores, donde enfermaron 159 personas, de las cuales fallecieron 28 hasta la primavera de 1864. Todavía fué peor la epidemia de Hadersleben en 1865, donde, según parece, enfermaron unas 500 personas y murieron sobre 80.

Si estudiamos ahora más de cerca este peligroso animal en sí mismo, comenzando por los individuos que han adquirido ya su completo desarrollo y que constituyen la llamada trichina intestinal, encontramos que las hembras

FIG. 415. — Trichina hembra y cápsula desprendida.

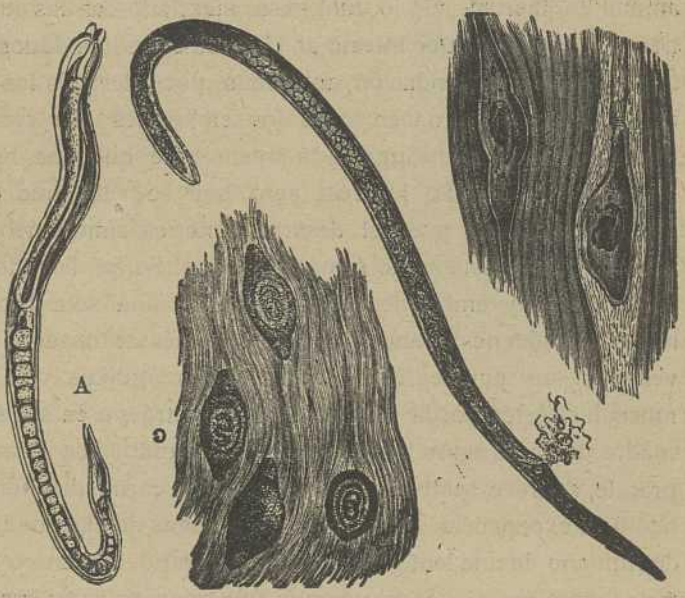


FIG. 416.—*a*. Trichina macho; *b*. Trozo de carne con cápsulas de trichina partidas; *c*. Trichina hembra; *d*. Carne con cápsulas de trichina calcificadas.

miden de 2,3 á 3,4 milímetros de longitud, mientras que los machos, menos numerosos, alcanzan, á lo más, 1,6 milímetros, según Leuckart y Pagenstecher. La fig. 415 representa una hembra, y la 416 un macho, con un aumento de 150 diámetros. En ambas figuras, *A* es el extremo de la cabeza, con la abertura de la boca sumamente pequeña, y *B* el extremo de la cola con el ano. En la figura 415 se ve en *b* el ovario lleno de huevos y que se prolonga por *d* y *e* hacia la abertura exterior del conducto. Entre *c* y *d* se halla este conducto completamente lleno de huevos, y entre *d* y *e* de embriones, es decir, de individuos jóvenes, ya salidos de los huevos, de los cuales los más desarrollados están representados hacia la parte de la cabeza. En *f* se observa el tubo digestivo

que se prolonga en un canal intestinal estrecho, no visible en la figura. Las trichinas machos se reconocen por una prolongación ó apéndice cónico que llevan junto al ano; en *a* se ve el órgano sexual masculino, y en *b* los intestinos ciegos, muy numerosos, situados delante del estómago y que los tienen igualmente los individuos de ambos sexos. El crecimiento y transformación de las trichinas musculares se verifican con mucha rapidez, una vez que éstas han llegado al canal intestinal; se ha observado que á las cincuenta y cuatro horas de ingeridas, fructifica ya una parte de las trichinas hembras procedentes de la carne muscular, y á las noventa horas la inmensa mayoría de ellas; á los cinco días se han encontrado ya trichinas jóvenes fuera del cuerpo de sus madres. Al llegar al estómago las trichinas encerradas en cápsulas, la caliza que forma éstas se disuelve en él por los ácidos del jugo gástrico, quedando el animal en libertad, con lo cual pasa, mezclado con las sustancias alimenticias transformadas, al tubo intestinal. Cuando estos individuos llegan á la pubertad, tiene lugar la fecundación, muriendo poco después los machos, y las hembras en cuanto que nacen todos los embriones que contienen. Las primeras observaciones dieron lugar á la creencia de que una hembra sólo podía engendrar de 60 á 80 huevos; pero hoy se sabe que el número de éstos asciende á miles, pues el desarrollo no es simultáneo en todos, sino que á veces dura hasta ocho ó más semanas. Se ha llegado á contar de 500 á 600 huevos y embriones contenidos en una sola trichina intestinal. Los individuos jóvenes abandonan poco después de nacer el tubo intestinal, atravesando sus paredes como otras tantas agujitas, y se dirigen á la carne muscular. A los pocos días se les encuentra ya en todos los músculos formados de fibras estriadas, de modo que cuando la cantidad de trichinas es muy grande, aparece sembrada de ellas toda la carne del hombre ó animal sometido á la experiencia, encontrándose algunas de ellas en un espacio cualquiera del tamaño de una lenteja. Si, por el contrario, el número de trichinas emigrantes es pequeño, se distribuyen de una manera muy irregular, pero de todos modos se las encuentra, con seguridad, en el diafragma, en la lengua y en los músculos de las mandíbulas, del cuello, del pecho, etc.; es decir, en todos los que toman parte en la respiración y digestión, pues es en ellos donde primera y principalmente se establecen las trichinas jóvenes. La emigración de las trichinas dentro del cuerpo se verifica probablemente por el tejido conectivo, es decir, el tejido celular situado entre los músculos y haces musculares. Una vez llegadas á estos últimos, se forman las trichinas una especie de celdillas, dentro de las cuales se arrollan en forma de espiral ó de rosca. Cada una de estas celdas tiene una piel propia, que se va haciendo cada vez más dura á medida que se depositan sobre ella granitos de caliza, de modo que esta película, en un principio transparente, se enturbia primero, y se hace, por último, completamente opaca; la trichina enquistada se dice entonces que está calcificada.

Esta calcificación de las paredes de la cápsula comienza en el cerdo después de unos cien días, á contar desde el momento en que se enquistó el animal. La fig. 415 representa una cápsula de trichina desprendida de la carne en la que se había iniciado ya la calcificación. En la figura 416 se ve en *b*, á la izquierda, un trozo de carne con dos cápsulas de trichina en corte longitudinal, y en *d*, á la derecha, otro pedazo con cuatro cápsulas, de las cuales una se halla completamente calcificada y se ha hecho, por tanto, opaca, mientras que en las otras tres se entrevé todavía el gusano. Entre ambos trozos de carne se halla representada una trichina intestinal hembra en el acto de dar á luz los embriones. La longitud de las cápsulas es, por término medio, de 0,35 de milímetro, y su anchura de 0,25; de manera que se necesitarían de 10 á 12.000 para formar un grupo del tamaño de una cabeza de alfiler.

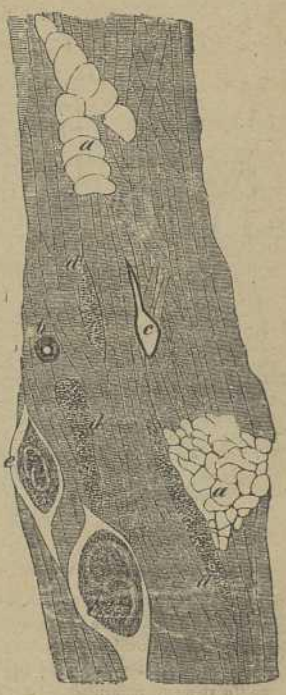


FIG. 417.—Carne con vesículas de grasa, trichinas enquistadas, etc.

Las trichinas musculares y las intestinales son, pues, según los peritos en la materia, simplemente dos fases diversas del desarrollo de un mismo gusano. La enfermedad originada por la emigración de estos animales á los músculos, ó sea la trichinosis, es por extremo dolorosa, y termina muchas veces con la muerte, según ya queda dicho. La mejor precaución contra esta enfermedad, que en otro tiempo se confundió con la fiebre tifoidea, con la gota y el reumatismo, es no comer carne de cerdo sin hervirla ó asarla, absteniéndose por completo de la cruda, aunque esté ahumada.

Para la investigación microscópica de la carne de cerdo, con objeto de reconocer la presencia de la trichina, es lo mejor emplear sólo un aumento de 80 á 100 diámetros. No es conveniente el empleo de mayores aumentos, entre otras razones, porque se tendría que emplear demasiado tiempo para estudiar en todas sus partes los trozos de carne sometidos á la investigación, y podría muy bien suceder que si lo ensayado tuviera sólo una ó dos trichinas, pasaran éstas inadvertidas.

A veces se encuentran en la carne de cerdo cuerpos que pueden confundirse fácilmente con las trichinas por los principiantes en trabajos microscópicos, como son las series y grupos de vesículas de grasa como las que se ven, por ejemplo, en *a a* (fig. 417); por último, pueden también dar origen á estos engaños las burbujas de aire ó rendijas llenas de él. Pero ambas son fáciles de reconocer por el color negro intenso de sus bordes, como se ve en *b* y *c*. Junto á dos trichinas enquistadas, *e e*, se ven también en la misma

figura, en *d d d*, los llamados utrículos de Reiney, que son cavidades largas y estrechas, rara vez ovales, que contienen una materia granosa, y que se presentan en las preparaciones de carne pocas veces, pero entre ellas algunas en gran abundancia.

Calentando las láminas de cristal ó portaobjetos sobre que se tienen las preparaciones á 45° centígrados, comienzan las trichinas á moverse, haciéndose sus movimientos cada vez más vivos, hasta 62 ó 63°. En casi todas

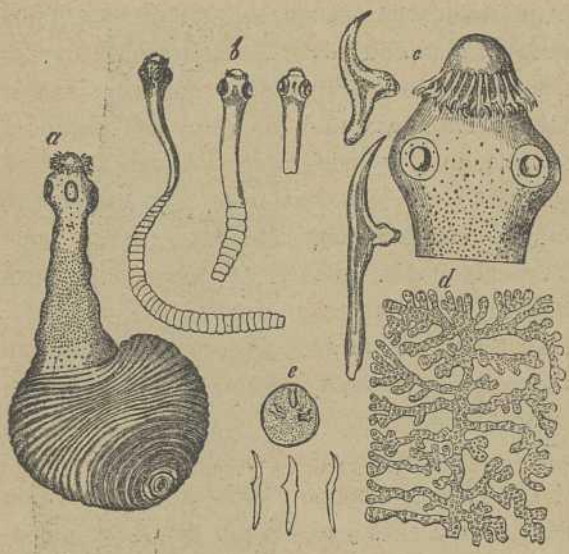


FIG 418.—Cisticerco y cabeza de tenia.

a. Cisticerco con ventosas y ganchos en corona (bastante aumentado); *b*. Tres grados diferentes de desenvolvimiento de la tenia formada en el canal intestinal de un perro alimentado con grimus (gusanos giratorios); *c*. Cabeza de la *Tænia serrata* y bajo ganchos sueltos, de los que forman la doble corona (fuertemente aumentados); *d*. Cubiertas embrionarias de la *Tænia serrata* (aumento de 100 volúmenes); *e*. Embrión de tenia y bajo ganchos embrionarios (con un gran aumento.)

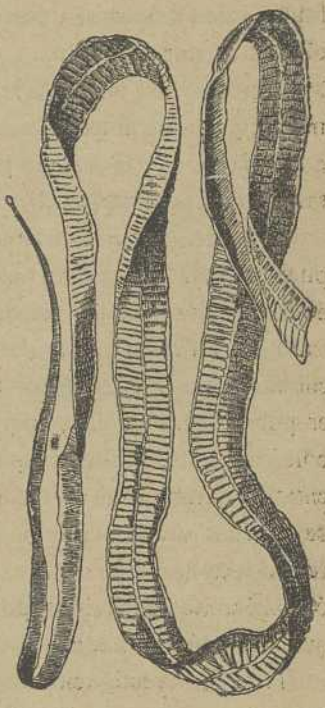


FIG. 419.—Tenia humana ancha (*Tænia mediocanellata.*)

las grandes poblaciones existen inspectores encargados por la Administración de examinar la carne de cerdo para ver si contiene ó no trichina.

El otro parásito de la carne de cerdo ya mencionado, especie de gusano céstode entozoario, llamado generalmente *mesillo*, es la larva de la tenia, de que se conocen diferentes especies. La tenia que se presenta en Europa en los intestinos humanos *(Tænia solium)* no es, como se cree por lo general, un solo animal, sino toda una colonia de ellos. Cada anillo de estas tenias es por sí solo, y hasta cierto punto, un individuo independiente y hermafrodita; la llamada cabeza de la tenia no es tal cabeza, sino simplemente el órgano de adherencia de toda la colonia, al mismo tiempo que la parte en donde se desarrolla cada uno de los anillos. En la figura 418 se representa en *c* la llama-

da cabeza de una especie de tenia, y á su lado las diferentes fases del desarrollo de dicho animal, partiendo del gusano vesicular ó cisticerco correspondiente. En la fig. 419 está representada otra especie de tenia.

Los cisticercos, que no sólo se presentan en la carne de cerdo, sino también á veces en la de vaca, pueden reconocerse á simple vista, y aparecen como vesículas elípticas, de un tamaño que fluctúa entre el de un grano de maíz y el de un haba. Cuando estos entozoarios ingeridos por el hombre llegan al estómago é intestinos, puede suceder que se fijen en las paredes de estos últimos y den origen al desarrollo de una tenia. Así que los huevecillos de los anillos de una de estas colonias han adquirido el correspondiente desarrollo, se separan entre sí los últimos, y son expelidos con los excrementos. En la mayor parte de estos huevos puede ya reconocerse, con un aumento de 300 á 400 diámetros, un embrión movible, como se ve, por ejemplo, en la fig. 418 en *d*. Ahora, cuando los perros, cerdos, y en general los animales en que existe el gusano, ingieren alguno de aquellos huevecillos, los seres que salen de éstos atraviesan las paredes intestinales del animal, y se abren paso hacia los órganos en donde pueden adquirir completo desarrollo.

Pero no sólo es la carne la que merece estudiarse para comprobar su pureza, sino que hay necesidad de iguales precauciones con todos los productos elaborados de ella, como son los embutidos, conservas, etc. En cuanto á los embutidos, debe considerarse como impropio y peligroso para la salud todo el que posea un sabor marcadamente ácido ó un olor pútrido. Con frecuencia se han producido envenenamientos por medio de dichos preparados, cuyos venenos deben pertenecer sin duda al grupo de las ptomaínas.

Probablemente existe este mismo veneno en la carne de pescado podrida que con frecuencia circula en el comercio. En el otoño de 1885 enfermaron muchas personas á consecuencia de haber comido almejas, no ya podridas, sino frescas. Parece ser que estas almejas, de consumo tan general, son sólo venenosas en cierta época, y hasta se cree, á consecuencia de modernas investigaciones, que en este caso es sólo el hígado la parte venenosa de semejantes animales.

También las ostras han dado á veces ocasión á envenenamientos; pero la causa de ellos ha sido completamente distinta. En efecto; en Ostende y Marennes existe una clase especial de ostras, cuyas barbas (branquias) tienen una coloración verdosa, y que se pagan, particularmente en Francia, á un precio superior al de las demás, por ser más sabrosas. Ahora bien: en algunos casos se ha intentado dar artificialmente á las ostras ordinarias este color verdoso, para lo cual se las ponía en una vasija con agua del mar, á la que se había añadido una solución de verdete (acetato de cobre). Como quiera que en estas condiciones las ostras han podido absorber cantidades considerables de esa venenosa sal de cobre, no es extraño que después de comerlas se

presentaran vómitos, diarreas, etc. Por lo demás, el reconocimiento de semejante falsificación no es difícil á simple vista, pues el color artificial no se fija sólo sobre dichas branquias, sino sobre toda la piel, la que en tal caso presenta un matiz de color que no es el natural.

Por último, se ha advertido que la carne que viene al comercio de América con el nombre *corned beef*, así como otras conservas análogas, deben ser objeto de precauciones antes de comerlas, pues han ocurrido casos, como por ejemplo el de Gernsbach (Baden), donde enfermaron gravemente seis personas después de haber comido dicha conserva de carne. El peligro no está sólo en que la conservación no es completa, y por consiguiente, la carne ha podido entrar en putrefacción, sino en que se ha encontrado una fuerte proporción de plomo en el contenido de alguna de estas cajas, sin duda efecto de descuido en su soldadura. A veces se ha llegado á intentar el aprovechamiento de la carne de animales enfermos, transformándola en conservas; pero por fortuna semejante proceder es raro. No hace muchos años fué objeto, sin embargo, de un castigo cierta casa de Birmingham, por utilizar para el fin indicado de la preparación de conservas, carne de animales enfermos y en estado de putrefacción. En dicha casa se encontraron 352 cajas de lata con carne de caballo podrida y una cantidad considerable de vacas y cerdos enfermos.

GRASA Ó MANTECA DE PUERCO

Esta grasa viene hoy al comercio, fundida en grandes cantidades, de América, Hungría, Rusia é Italia. La que procede de América es siempre algo granujienta y más amarilla; la de Italia es la más blanca, pero al mismo tiempo tan blanda, que con sólo el calor del verano se derrite. Las principales condiciones de su bondad son que no tenga olor ni gusto á rancia, y que no exista en ella ninguna sustancia extraña, añadida fraudulentamente. Una de las falsificaciones que con más frecuencia se presentan es la adición de agua, á veces hasta en un 40 por 100. Para combinar con la grasa cantidades tan considerables de agua sin que el fraude se haga perceptible á simple vista, se añade también algo de cal viva ó de sosa cáustica. Pero este engaño es fácil de comprobar, y basta para ello fundir la expresada grasa con algún cuidado, dejándola luego enfriar en reposo; cuando se ha concretado la grasa en la superficie, se hace un agujero en esta capa superior, y por él puede dejarse salir el agua acumulada en el fondo. Cuando la grasa no está falsificada, no se separa agua alguna por este medio. A veces se presentan otras groseras falsificaciones de la manteca de cerdo con creta, arcilla, yeso, harina, etc.; pero se reconocen fácilmente, disolviendo una porción de la grasa en éter ó bencina, con lo cual quedan como residuo insoluble las citadas materias extrañas, caso de que existan.

CONSERVAS DE LEGUMBRES Y FRUTOS

Desgraciadamente en nuestro tiempo se concede demasiada importancia al aspecto exterior de las cosas, y así es muy común entre el público consumidor la creencia de que las conservas de partes verdes vegetales, como guisantes, habas, etc., son mejores y más frescas cuando tienen un color verde intenso. Pero como esta coloración no puede conseguirse sino por medios artificiales, los fabricantes recurren muchas veces á pintar materialmente de verde dichas frutas y legumbres, y no reparan tampoco en emplear para ello las venenosas sales de cobre. Ahora bien: aunque estos compuestos de cobre no son tan peligrosos como los de plomo, por ejemplo, pueden, sin embargo, originar desagradables trastornos en nuestro organismo, y, por tanto, debe condenarse sin vacilación alguna semejante falsicación.

Cuando sólo existen pequeñas cantidades de cobre, hay que abandonar á los químicos su demostración; pero en muchos casos es accesible también á los profanos el reconocimiento de este metal en las frutas y legumbres coloreadas con él, así como en todo artículo alimenticio; para este fin se pincha la sustancia objeto del ensayo con un cuchillo pequeño, bien limpio, ó mejor todavía, con una aguja. Es condición necesaria para el éxito de la prueba que el cuchillo ó alfiler se limpien previamente de toda grasa por medio de una esmerada frotación. Si existe cobre en la materia ensayada, el hierro ó acero aparecen cubiertos, al cabo de algún tiempo, de una delgada película roja de cobre metálico. Todavía es más segura y sensible la prueba practicada del modo siguiente. Se pasa por el ojo de una aguja de coser, que antes se frota bien, un hilo fino de platino; se arrolla algunas veces el hilo sobre la cabeza de la aguja, y después se dobla el resto de modo que tome una posición paralela á la de aquélla; de esta manera se obtiene un pequeño elemento galvánico, que se clava sobre la materia alimenticia en que se sospecha la presencia del cobre. Caso de existir éste, se deposita sobre el hierro de la aguja, como en el caso anterior, pero en estas condiciones con más rapidez. Como la aguja ofrece una superficie mucho menor que un cuchillo, la capa de cobre resulta más gruesa sobre ella, y pueden, por consiguiente, reconocerse con seguridad cantidades más pequeñas de cobre.

ESPECIAS MOLIDAS

La comodidad que encuentra el público consumidor en evitarse la operación de triturar las especias, así como la aspiración de obtener la mayor cantidad posible de producto con poco dinero, son causa de que las especias que se

encuentran en el comercio en estado de polvo estén con frecuencia falsificadas maliciosamente. Por otra parte, no es extraño que no sean puras esas especias pulverizadas, que se suelen vender á más bajo precio que las mismas en masa.

En el capítulo correspondiente hemos indicado ya con qué sustancias se suelen encontrar falsificadas las especias molidas, y, por tanto, nos resta sólo aquí ocuparnos de la manera cómo pueden descubrirse estos fraudes.

En este terreno el microscopio es el medio que presta mejores servicios; pero en la mayor parte de los casos suministra también resultados satisfactorios el análisis químico para la comprobación de las materias extrañas. La pimienta negra molida está casi siempre falsificada; en la fig. 420 se representa un corte transversal de un grano de pimienta con un aumento de 80 diámetros; *a* y *b* son porciones del epicarpo, consistente en pequeñas células de paredes gruesas incrustadas, reunidas en grupos, y cuyos espacios internos comunican entre sí por medio de canales que muestran una capa interna de células prosenquimáticas. La capa *c* se halla formada por vasos en espiral y fibras leñosas; *d* representa grandes células irregulares, cuyo tamaño disminuye hacia el centro del fruto, y que poseen una coloración roja oscura; estas células contienen multitud de gotitas de aceite. La capa *e* es una continuación de la anterior, sólo que las células son aquí más pequeñas y parecen más oscuras; *f* y *g* forman la parte central del grano, y constan de células poliédricas irregulares, con granitos de fécula. Las porciones de tejido descritas deben subsistir, como es natural, en la pimienta molida, que cuando no está falsificada se presenta como indica la fig. 1.ª de la lámina XV, cuyo aumento es de 120 diámetros.

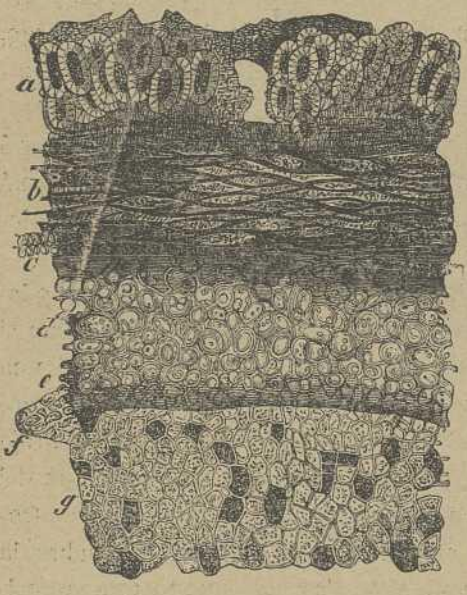
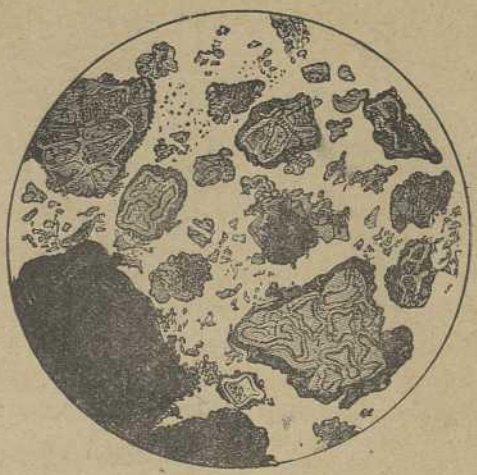


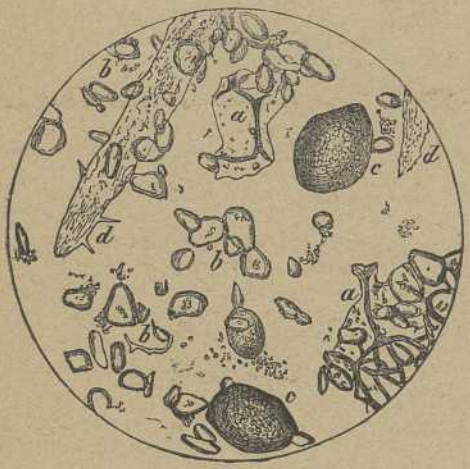
FIG. 420.—Corte transversal de un grano de pimienta, con un aumento de 80 volúmenes.

El ensayo químico en la pimienta para el reconocimiento de sus falsificaciones se limita, como sucede con la mayor parte de las especias, á la determinación de la cantidad de cenizas y de la de extracto alcohólico que ofrecen. En el caso de la pimienta puede, sin embargo, añadirse la determinación de la cantidad de piperina, que en las mejores clases de pimienta negra es de 7 á 8 por 100; en las inferiores, de 5 á 6, y en la pimienta blanca, de una cuarta parte más. Así, pues, toda pimienta que contenga menos de 5 por 100 de piperina debe considerarse como falsificada. La determinación de las ceni-

1.—Pimienta negra pura molida.

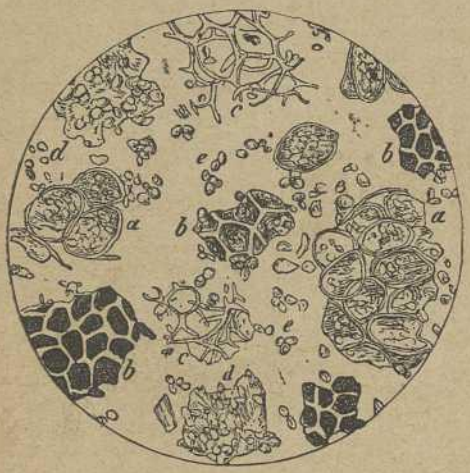


2.—Pimienta de Cayena molida.



3.—Jengibre molido puro.

4.—Jengibre molido falsificado.



5.—Chocolate molido puro.

6.—Chocolate molido falsificado con harina de patatas.

zas se practica quemándose una cantidad de pimienta molida, exactamente pesada dentro de una cápsula de platino ó de un crisol de porcelana, sobre la llama de un mechero de gas; cuando ha ardido todo el carbón que se separa en un principio de la masa, y las cenizas adquieren un color blanco, se dejan enfriar éstas, y se pesan. La pimienta pura da en esta forma de 3 á 6 por 100 de cenizas, según las variedades; por consiguiente, una pimienta que deje más de 6 por 100 de cenizas puede admitirse que está falsificada. La determinación del extracto se suele practicar con preferencia por un medio indirecto, que consiste en tratar con alcohol de 90° una cantidad previamente pesada de pimienta hasta que el líquido no tome coloración alguna, y entonces se seca el residuo á 100°, y se pesa. La pérdida de peso se toma como cantidad de extracto, por más que va incluída en ella una pequeña parte correspondiente al aceite esencial y á la humedad contenida en el producto. La pérdida de peso obtenida en cada caso se compara con la que dan, en igualdad de condiciones, las pimientas puras, que es de 23,8 á 25,1 por 100 según las clases de pimienta negra, y de 26 á 26,7 con la pimienta blanca.

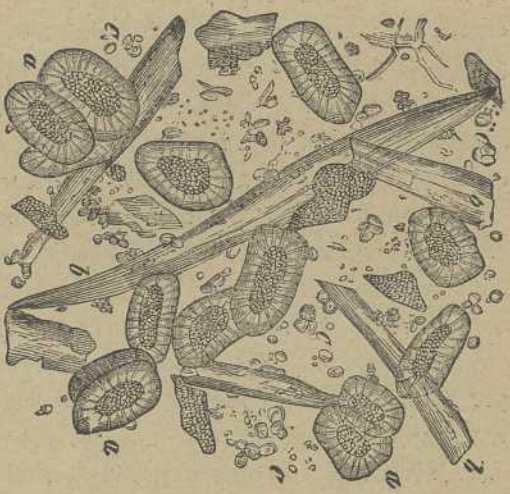


FIG. 421.—Canela de Ceilán legítima, pulverizada.

Nuestro pimiento molido (ó sea la *Paprika* de los húngaros), que se presenta generalmente en el comercio en forma de un polvo de color rojo vivo, se ha falsificada con mucha frecuencia, llevando mezclado ocre, polvo de ladrillo, cúrcuma, etc. Su ensayo se reduce, como en el caso anterior, á la observación microscópica y á la determinación de las cantidades de extracto y de cenizas, que se calculan, como término medio, en 34 y 5,5 á 7 por 100 respectivamente.

Una de las especias que se compran también generalmente molidas, es la canela, de la cual existen dos clases más conocidas, que son la canela legítima, ó de Ceilán, y la de casia, cuyo valor es mucho menor. La canela de Ceilán pulverizada, vista al microscopio con un aumento de 220 diámetros, se presenta como indica la fig. 421: *a*, *a* son células estrelladas; *b*, *b*, fibras leñosas; *c*, *c*, corpúsculos de almidón. La proporción de cenizas en la canela de Ceilán es de 2,5 á 3 por 100 y la de extracto alcohólico, de 28,4. De las falsificaciones de este artículo se ha tratado ya en el capítulo de las especias, drogas, etc.

El jengibre puro molido está representado en la fig. 3.ª de la lámina XV,

con aumento de 140 diámetros; en *a* se ven células amiláceas; en *b*, los corpúsculos de almidón libres; en *c*, células muy semejantes á las de la cúrcuma, y en *d*, restos de haces vasculares. La fig. 4.ª de la misma lámina muestra polvo de jengibre falsificado y se ve en ella, en *a*, células de jengibre; en *b*, granos de almidón, también de jengibre; en *c*, unos granos amarillos análogos á los tubérculos de cúrcuma; en *d*, restos de haces vasculares, y en *e*, granitos de almidón de harina de sagú. Pero no sólo se falsifica con estos últimos el jengibre, sino que se emplean también con dicho objeto la harina común, el polvo de cúrcuma, la harina de legumbres, la de huesos de palmeras, el ocre y otras sustancias minerales. Estas últimas se pueden reconocer, en parte al menos, agitando con agua el polvo de jengibre en cuestión; por el reposo se depositan en el fondo las sustancias minerales mezcladas, mientras que el verdadero polvo de jengibre queda flotante en la superficie. Esta clase de mezclas aumenta también la proporción de cenizas, que en el jengibre puro asciende sólo á 5,5 ó 6 por 100. En Inglaterra constituye una verdadera excepción el hallazgo de jengibre en polvo sin falsificar.

El macis molido (que, como ya sabemos, no es más que la cáscara que envuelve las semillas de nuez moscada), se ha falsificado con polvo de cúrcuma, harina de trigo, etc., y aun en otros tiempos se ha empleado también con el mismo objeto el amarillo de cromo, que es una sustancia muy venenosa.

Las demás especias se venden generalmente sin pulverizar, y no pueden, por tanto, ser falsificadas con igual facilidad. En otros tiempos lo que se hacía era sustraerles una parte de su aceite esencial por destilación con vapor de agua, secándolas después para exponerlas á la venta; pero las especias como clavillo, canela, cardamomo, etc., después de destiladas así, tienen un aspecto completamente diferente del de las frescas, y se distinguen también por su débil sabor y casi ningún olor.

CACAO Y CHOCOLATE

Los productos que circulan en el comercio elaborados con las semillas del cacao, son: la pasta de cacao, el cacao desengrasado, y el chocolate, de los cuales el último es el que se falsifica con más frecuencia. La pasta de cacao consta de las semillas de este fruto, tostadas, separadas de la corteza y trituradas, formando una masa dúctil de color pardo rojizo oscuro, rica en aceite, y de sabor aromático débilmente amargo. Prensándola puede separarse la llamada manteca de cacao, y se obtiene entonces una masa seca pulverulenta, de color claro, que se expende con el nombre de cacao desengrasado. Con objeto de aumentar el peso de este producto, se le han añadido, lo mismo que al chocolate, las sustancias más diversas, pero principalmente harina de cerea-

les y de legumbres, y el polvo fino de la corteza de cacao; á veces se han encontrado también el ocre rojo, el espato pesado y sustancias análogas.

En cuanto á la adición de harina, nada hay que oponer cuando se anuncie al consumidor en las rotulatas; lo que no es lícito es vender el chocolate así mezclado como "puro garantizado„; la adición de harina se hace necesaria en muchos casos para satisfacer las exigencias del público, que pretende comprar este producto á un precio tan barato que hace imposible su preparación en condiciones de pureza. Por medio de ella se puede obtener con menos cacao una infusión bastante espesa. Otra de las formas del fraude consiste en sustraer á la masa de cacao una parte ó toda la grasa que contiene, la cual se explota por separado, y se sustituye en el chocolate con manteca de vaca ú otras grasas más baratas. De este modo obtienen además los falsificadores la ventaja de que, añadiendo una cantidad de grasa mayor de la que aportaría el cacao, pueden también introducir en el chocolate grandes cantidades de harina y azúcar sin que por ello desmerezca el aspecto exterior del producto. Cada aumento de 1 por 100 en la grasa permite la adición al chocolate de 6 á 8 por 100 de harina.

Para demostrar la presencia de la harina, fécula de patata, etc., en el chocolate, se utiliza también el microscopio. La fig. 5.ª de la lámina XV representa microscópicamente el polvo de chocolate puro, preparado tan sólo con cacao, con un aumento de 220 diámetros; *a*, son las células de las semillas de cacao; *b*, porciones de la membrana que las envuelve; *c*, células del embrión, y *d* y *e*, granos libres de almidón propios del cacao y procedentes de las células del mismo. Estos granos de almidón son mucho más pequeños que los de otras plantas; así, por ejemplo, en la fig. 6.ª de la misma lámina XV, que representa con el mismo aumento un chocolate falsificado con harina de patatas, vemos en *a* las células, granos de almidón y vasos espirales de las semillas de cacao, y en *b*, los granos de almidón de la harina de patatas. Antes de someter el chocolate al ensayo microscópico, es conveniente quitarle la grasa por loción con éter y el azúcar por loción con agua.

Calentando hasta la ebullición una parte de chocolate puro con diez partes de agua, dejando enfriar el líquido y filtrándolo por papel, la filtración debe ser bastante rápida y ofrecer un líquido limpio, transparente y de color rojo claro; el polvo que queda sobre el filtro no debe aglutinarse por la desecación. Cuando el chocolate contiene harina extraña á su propia composición, resulta de este tratamiento sobre el filtro un verdadero engrudo, que aparece aglutinado después de desecado; además, el líquido atraviesa lentamente el filtro, y después de filtrado es espeso y tiene un color amarillo sucio, que se transforma en azul oscuro intenso por la adición de unas gotas de tintura de yodo.

La adición de las materias minerales antes mencionadas se reconoce fácilmente sin más que hervir la masa de chocolate ó de cacao con mucha agua

dejando luego el líquido en reposo; las materias minerales van descendiendo poco á poco y forman un precipitado que se distingue á primera vista del chocolate puro. Además, los químicos queman el chocolate y determinan la composición y cantidad de las cenizas, que en el buen chocolate no debe ascender más que á un 2 por 100, y en las pastas de cacao á un 3 ó 6 por 100.

Con el nombre de polvo de cacao muy soluble, circula á veces en el comercio un preparado que contiene de 2 á 4 por 100 de potasa ó sosa, razón por la que da una cantidad de cenizas mayor que la ordinaria. La pretendida ventaja de disolverse este chocolate rápida y completamente por la ebullición en agua, no justifica, sin embargo, semejante adición. La determinación de la cantidad de azúcar y de las grasas añadidas fraudulentamente, sólo puede ser practicarse por un químico.

CAFÉ Y TÉ

Aunque parezca increíble que pueda falsificarse un producto tan fácil de reconocer como son las semillas de café, el hecho es que se falsifica. No hace muchos años que entre las patentes concedidas en Inglaterra, figuraba la relativa á una máquina para la fabricación artificial de granos de café. Según parece, estos granos eran elaborados con miga de pan ó arcilla, dándoles después la coloración adecuada. Tales granos se mezclan con los verdaderos, enviándolos así al comercio. Es fácil reconocer esta grosera falsificación; basta poner en agua el café en cuestión, para que las semillas verdaderas se hinchen, y sus cortes presenten al microscopio la estructura anatómica que le es propia, mientras que los granos imitados se hacen en el agua dúctiles ó friables, en cuyo último caso pueden desmenuzarse entre los dedos. También se dice que á veces dan los industriales artificialmente cierto matiz de color á los granos de café de clase inferior.

Pero la mayor parte de las falsificaciones se aplica al café tostado y molido, por lo cual, entre otras razones, casi todos los consumidores prefieren adquirir el café en grano. Las falsificaciones más frecuentes del café molido consisten en la adición de los residuos del mismo café, después de usado, de raíz de achicoria, de moras, de remolacha, de encina, de centeno, de altramuz, todo ello tostado. Las sustancias citadas se venden, juntas ó separadas, como succedáneos del café. Para reconocerlas en el café hay que recurrir á ensayos microscópicos, que cuando se practican por una persona experimentada, conducen á resultados seguros, mientras que el análisis químico es insuficiente, pero lo general, en estos casos. En la pág. 129 de este tomo hemos dado ya representaciones microscópicas correspondientes al poso del café puro y del falsificado.

Un buen medio de reconocer el café puro, tostado y molido, se funda en la propiedad que tiene éste de permanecer largo tiempo flotante en la superficie del agua, absorbiéndola con lentitud, y descendiendo, por último, al fondo, dejando al agua, que suponemos fría, un débil color amarillento como el del vino blanco. Toda sustancia extraña, y particularmente la achicoria, desciende más rápidamente y colorea el agua en pardo. Sin embargo, esta última coloración puede producirse también en el café puro cuando los granos de él han sido espolvoreados durante la tostación con azúcar en polvo para comunicar á su superficie un aspecto brillante. Por último, el café puro molido y algo húmedo, no se deja aglomerar por la presión entre las manos, mientras que esto es posible cuando existen sustancias extrañas.

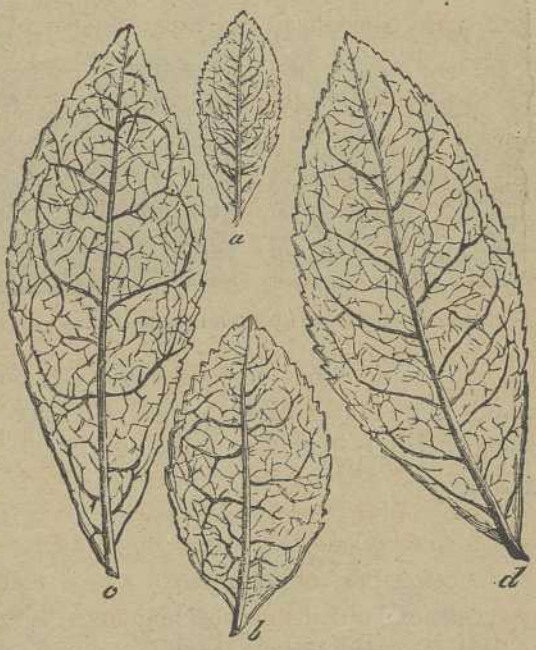


FIG. 422.—Hojas de té.

El té, del que nos hemos ocupado extensamente en el capítulo de las bebidas de infusión, viene ya, por desgracia, falsificado con frecuencia de la misma China; y en cuanto al té verde, casi siempre, el que circula en el comercio, debe este color al artificio. A esto hay que añadir que este té suele mezclarse en Europa con hojas de la misma clase, ya usadas y secas, ó bien con hojas de otras plantas más ó menos parecidas á las suyas. Así, por ejemplo, en el año 1872 se vendieron, según el *Times*, nada menos que siete millones de libras inglesas de té procedente de las hojas ya usadas en los grandes hoteles y cafés.

Para asegurarse de la legitimidad de las hojas del té, se desarrollan las hojas calentadas en agua y todavía húmedas, extendiéndolas y prensándolas entre papel para poder estudiar la forma y estructura de cada una de ellas, que en el té legítimo son tan características, que pueden así, por comparación, diferenciarse fácilmente de todas las demás que se emplean para su falsificación, como son, por ejemplo, las de fresa, ciruelo, saúco, álamo, sauce, olmo, haya, etc.

En la fig. 422 se ven representadas cuatro hojas de té chino legítimo (*Thea chinensis*), correspondientes á cuatro edades distintas de la planta, y en su tamaño natural; los nervios secundarios que parten del nervio

central ó principal, no conservan su dirección primitiva hasta el borde de la hoja, sino que, antes de llegar á él, se dirigen hacia arriba y se prolongan hasta tocar al inmediato superior, lo cual, junto con las ramificaciones terciarias, da origen á una red muy espesa. Sólo las hojas de ciruelo tienen gran semejanza con las de que tratamos, y podrían confundirse en una observación superficial; pero los nervios laterales de las hojas de ciruelo llegan casi al mismo borde, en el que terminan en forma dentada.

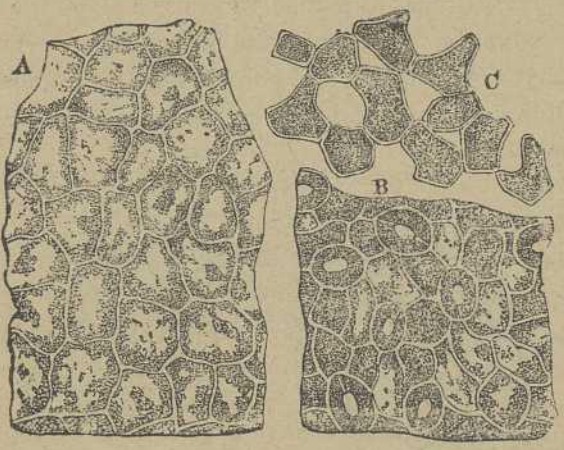


FIG. 423.—Porciones de hojas de té legítimo, al microscopio.

En la figura 423 se ven porciones de hojas legítimas de té con un aumento de 350 diámetros. Estas hojas contienen, como aparece en los grabados, tres clases de células, pues tanto el haz como el envés y como el parénquima. rico en clorófila, situado entre ambas caras, poseen células de forma especial. *A* representa las células del haz; *B*, las del envés, y *C*, las células parenquimáticas, ricas en clorófila.

FIG. 424.
Polvo de té falsificado, pero con porciones de hoja de té.

FIG 425.
Polvo de té falsificado, pero sin traza alguna de té legítimo

En contraposición á las anteriores, las figuras 424 y 425 corresponden á dos muestras de té falsificado, conocido con el nombre de té en polvo, y tal como suele venir actualmente al comercio de Inglaterra; el aumento es el mismo de las figuras anteriores, y la fig. 424 corresponde á un polvo de té

compuesto de pedacitos de hojas legítimas, *a*, arena, *b*, granitos de almidón de cereales, *c*, partículas de grafito, *d*, una sustancia micácea, *e*, células de cúrcuma, *f*, y trocitos de índigo, *g*. Este té en polvo sirve para imitar el llamado té de pólvora que los chinos preparan reuniendo por medio de la goma el polvo desprendido de las hojas de té. La fig. 425 representa otro de estos tés en polvo, que apenas contiene nada de té verdadero, sino granos de almidón de trigo, *a*, pedacitos de catecú, *b*, y los cristalitos en forma de aguja propios de este extracto, *c*.

La labor de los químicos en sus ensayos ó estudios sobre el té consiste, á más de la observación microscópica, en la determinación de la cantidad de cenizas, que en el té bueno asciende á 5 ó 6 por 100, y de éstas un 2 por 100, á lo menos, solubles en agua, de la cantidad de teína (ó cafeína), y en el reconocimiento de los componentes solubles en agua, que se calculan, por término medio, en un 33 por 100 del peso del té. Así, pues, cuando se encuentre una cantidad notable menos de estas partes solubles ó extractivas, se tiene una prueba de que se han mezclado al té hojas ya usadas.

AZÚCAR Y JARABE

El azúcar en pilón ó refinado no se falsifica, y sí solo el azúcar molido, así como el llamado azúcar harinoso. Las falsificaciones consisten en la mezcla de creta, espato pesado, ú otras sustancias minerales, cuyo fraude sólo puede pasar inadvertido para las personas muy descuidadas, pues basta disolver en agua una porción de azúcar para ver cómo las citadas materias quedan sin disolver. También es fácil demostrar la presencia de la harina, y para ello no hay más que hervir el azúcar con agua y añadir al líquido, después de enfriado, algunas gotas de tintura de yodo; si existe harina ó engrudo, se produce una coloración azul, y si existe dextrina, roja. En este último caso puede también añadirse alcohol absoluto al líquido, con lo que se separa y precipita la dextrina. En la harina de azúcar muy antigua, sobre todo en las variedades más oscuras, no es raro encontrar fermentos animados y ácaros de una forma especial muy repugnante. Este insecto *(Acarus sacchari)* está representado en la fig. 426, con un aumento de 200 diámetros. El profesor Camerón, de Dublín, descubrió esta especie el año 1865 en el azúcar bruto, del cual se alimenta ese animal; en un kilogramo de dicho azúcar impuro se han encontrado próximamente 200.000 ejemplares del mencionado gusano. Para dar el aspecto amarillento que caracteriza al azúcar refinado de calidad superior, se le añade generalmente una cantidad muy pequeña de azul ultramarino, 50 gramos por 100.000 kilogramos. Esta adición es completamente inofensiva, y casi no puede considerarse como falsificación. Sin embargo, tal azúcar

presenta el inconveniente de que si se añade ácido cítrico á un jarabe preparado con él, se desprende hidrógeno sulfurado, producido por la acción del ácido sobre dicha materia colorante, y cuyo olor es tan desagradable como todos sabemos.

El conocido jarabe colonial, ó melaza del zumo de la caña de azúcar, se encuentra hoy también pocas veces puro en el comercio; generalmente se halla mezclado con melaza de remolacha purificada, la cual, en el estado primitivo, es por completo intolerable, y algunas veces pasa esta melaza por la de caña de azúcar; también es frecuente la adulteración con jarabe de dextrina. La melaza de caña de azúcar pura, diluída en agua, da una solución clara, añadiendo un volumen doble de alcohol de 60° centesimales, mientras que cuando hay melaza de remolacha se separan en estas condiciones algunos compuestos nitrogenados. La presencia de jarabe de dextrina procedente de féculas se puede demostrar mezclando una parte del citado jarabe con el triple de su volumen de alcohol metílico de 93 grados y medio centesimales; la dextrina se separa en este caso en forma de una masa espesa y glutinosa. El hallazgo y determinación de esta dextrina por el análisis químico y por los aparatos de polarización, lo mismo que la investigación de la miel, presuponen ya mucha práctica en investigaciones científicas de este género.

FIG. 426.—Gusano del azúcar (*Acarus sacchari*), con aumento de 200 diámetros.

MIEL

Este conocido producto de las abejas se falsifica también frecuentemente con jarabe de dextrina, y hasta en algunos casos se ha encontrado en el comercio una supuesta miel que no contenía otra cosa que dicho jarabe, poseyendo un aspecto muy claro, transparente y bonito, pero careciendo, como es natural, de todo aroma. La buena miel debe tener gusto y olor aromáticos, ser

muy dulce, y de un color amarillo claro. Aunque coloree en rojo el papel azul de tornasol, no debe ser agria, así como tampoco dar espuma, y sí concretarse fácilmente en una masa granujienta. Observada al microscopio, no debe encontrarse en ella otra cosa que granitos de polen y cristales de azúcar. Las adiciones de harina, almidón y demás se reconocen fácilmente, lo mismo que en los productos antes citados.

AGUARDIENTES Y LICORES

La condición característica de todos los aguardientes es la existencia, como componente principal, del alcohol etílico ó espíritu; de suerte que en su forma más pura, el aguardiente no debía contener más que alcohol etílico y agua. Pero ocurre que un aguardiente de estas condiciones no sería estimado para el consumo; en efecto, el público busca en el aguardiente cierto aroma y sabor agradable, que evidentemente sólo puede ocasionarse por la presencia de pequeñas cantidades de otras sustancias, á más de las citadas. Si se prescinde de estas mezclas, no resta distinción alguna entre las diversas clases de aguardientes conocidas con nombres variados, además del ron, cognac, etc. Precisamente con estas bebidas se practican frecuentísimas y numerosas falsificaciones, bien mezclando las clases mejores con otros artículos de más bajo precio, bien simplemente con espíritu, bien haciendo pasar productos por completo artificiales, como licores de origen legítimo, etc., de modo que sólo pagándolos á un alto precio y buscando las marcas más acreditadas, se puede confiar en adquirir puros los productos deseados. Hasta la clase más barata de esos aguardientes, como de granos, es raro encontrarla puro, pues sólo se destilan pequeñas cantidades de centeno; pero como el aguardiente de patatas, maíz y remolacha tiene un gusto y olor desagradables, lo que se hace es fabricar artificialmente el aguardiente de granos, diluyendo en agua los espíritus de patatas y demás concentrados y rectificados, y añadiendo pequeñas cantidades de aceite empireumático procedente de los granos de cereales, el cual tiene un olor menos desagradable que el de la patata, maíz ó remolacha. Por último, se le añade también algún aroma por medio de mezclas practicadas con arreglo á diversas recetas, y que consisten principalmente en éteres de los ácidos acético y nítrico. Pero el refinamiento del fraude en la fabricación de estos aguardientes artificiales consiste en la adición de sustancias dotadas de sabor muy penetrante, como pimienta, granos del paraíso, etc., con lo cual se economiza espíritu y se disimulan al mismo tiempo los defectos de aquellas clases de alcohol.

Los bebedores de aguardiente tienen la pretensión de que el aguardiente legítimo de cereales debe brillar fuertemente cuando se echa en un vaso, y de

que cuando no manifiesta este brillo, no es legítimo. Pero los falsificadores dan también artificialmente dicha propiedad al aguardiente, añadiéndole pequeñas cantidades de una mezcla de ácido sulfúrico concentrado y aceite de olivas.

El mismo ron, cognac y otros aguardientes de tan alto precio como éstos, son imitados artificialmente, añadiendo al alcohol de patatas rectificado y de una concentración apropiada, diferentes productos, de los cuales citaremos, como los más importantes, los éteres de ácidos fórmico, acético, butírico, etc. El olor característico del cognac se obtiene artificialmente por la adición de algunas gotas de aceite empireumático de las heces de vino, ó bien de éter oenántico, obtenido también artificialmente.

Para el ensayo y estimación del valor que debe atribuirse á todas estas bebidas, lo mejor es poseer un olfato y un paladar muy sensibles y educados, pues el análisis químico suele ser para estos casos insuficiente. Lo mismo puede decirse en general de los licores, que, como es sabido, se diferencian del aguardiente en que contienen azúcar y además aceites esenciales ó productos extractivos de las plantas. En cuanto á éstos, hay que cuidar, ante todo, de que entre los productos extractivos vegetales no exista ninguno venenoso ó de acción fisiológica demasiado enérgica, como sucede á veces en ciertos licores estomacales amargos en que existen, por ejemplo, principios tomados del acíbar, coloquíntida, casia, ruibarbo, jalapa, etc., ó, lo que es peor, el ácido pícrico. La mayor parte de estos principios pueden ser reconocidos por el análisis químico.

VINO

En el capítulo correspondiente á esta bebida se ha consignado ya con cuánta frecuencia se falsifica tan precioso líquido, que se ha llegado á introducir en el comercio, como vinos, líquidos obtenidos sólo por la mezcla de diferentes sustancias, ninguna de las cuales procede directamente de la uva. La falsificación del vino se practica por lo general con tal malicia y habilidad, que suele ser difícil su demostración, haciéndose necesario determinar cuantitativamente casi todos los componentes, incluso los que existen en muy pequeñas proporciones, para poder formar un juicio exacto; así, hay que determinar la cantidad de extracto, ó sea el conjunto de sustancias no volátiles que queda como residuo cuando se evapora á sequedad el vino, la cantidad de cenizas que se obtiene por combustión del extracto, la riqueza de estas cenizas en ácido fosfórico, cloro, ácido sulfúrico y potasa, la cantidad de ácidos volátiles y no volátiles, la de glicerina, la de azúcar y la de alcohol. También el peso específico y la acción del vino sobre la luz polarizada pueden contribuir al concepto que esta bebida merezca.

CERVEZA

Hasta en Baviera, país del que se creía antes que sólo producía cerveza legítima, se han presentado en los últimos tiempos numerosas falsificaciones. Pero las severas penas impuestas por los Tribunales conseguirán, sin duda, que disminuyan cada vez más, y aun desaparezcan por completo las falsificaciones de este artículo, de consumo tan usual en aquel país. La cerveza no puede fabricarse artificialmente, sino con agua, malta y lúpulo, y hasta la inofensiva adición de azúcar de patatas quemado, como materia colorante, se halla prohibida por la ley. El ensayo de las cervezas está reducido, como el del vino, á determinar las cantidades de extracto, de cenizas, de alcohol, de ácido carbónico y de glicerina; pero además hay que investigar en este caso la presencia de sustancias amargas extrañas á la composición propia de la bebida, cuyos ensayos, como los del vino, sólo pueden verificarse por químicos prácticos.

VINAGRE

Entre las variedades de vinagre pasa, con razón, como la mejor y más agradable el vinagre de vino, por más que en el concepto químico sea más puro el vinagre de espíritu, que casi exclusivamente contiene agua y ácido acético. Pero como este último es incoloro, y el público consumidor está habituado á emplear siempre vinagres que poseen un débil color amarillo pardusco ó rojizo, los fabricantes de vinagre de espíritu suelen añadirle una materia colorante, y aun para aumentar su semejanza con el vinagre de vino, otras sustancias que le den cierto sabor y olor. Aunque estas sustancias sean completamente inofensivas, el hecho de vender este vinagre con el nombre de vinagre de vino, constituye siempre una falsificación, y es, por tanto, un hecho punible. Pero peor es todavía añadir sustancias perjudiciales á la salud, como desgraciadamente ocurre con frecuencia, con objeto de disimular su debilidad, dándole la apariencia de fuerte después de haberlo diluído con agua. Aparte de ciertos productos extractivos vegetales, se han empleado principalmente con dicho objeto los ácidos clorhídrico y sulfúrico, que aun en el estado de dilución en que existen en estos vinagres falsificados, son peligrosos para la salud. Por lo menos con respecto al ácido sulfúrico se ha demostrado, mediante exactas investigaciones, que, ingerido en estado de dilución, quita á los tejidos y á la sangre su alcalilidad propia, neutralizando los álcalis, que son eliminados en forma de sulfatos. Pero, además, esta adición de ácido sulfúrico al vinagre

puede entrañar la de otras materias aún más peligrosas, pues los falsificadores no emplean nunca el ácido sulfúrico químicamente puro, sino que se sirven del ácido ordinario del comercio, que casi siempre contiene plomo y arsénico. La adición del ácido sulfúrico al vinagre puede reconocerse añadiendo á éste algo de azúcar blanco y evaporando el líquido en baño de agua hasta la sequedad; si existia ácido sulfúrico, queda un residuo negruzco, debido á la carbonización del azúcar, mientras que si el vinagre es puro, el residuo es blanco ó rojizo. El medio que generalmente se emplea para la demostración del ácido sulfúrico, que es el cloruro bárico, no puede usarse en este caso, pues todo vinagre contiene pequeñas porciones de sulfatos procedentes del agua que ha servido para diluirle, y, por consiguiente, da siempre precipitado blanco con el cloruro de bario.

Finalmente, hay que tener cuidado de que el vinagre no esté alterado, en cuyo caso es también perjudicial á la salud. El vinagre bueno, preparado con espíritu puro, se conserva por tiempo ilimitado, y aun el de vino puede también conservarse cuando no es demasiado flojo. Pero los vinagres que contienen sustancias mucilaginosas y protéicas, como son, por ejemplo, los preparados con miel, cerveza y sidra, cuando no son muy fuertes, están muy expuestos á la fermentación; se enturbian poco á poco y acaban por perder su sabor ácido y adquirir un olor desagradable. En estos vinagres se desarrolla un gusanillo (*Lepidóptera oxophila*) filiforme y apenas perceptible á simple vista.

ACEITE

Son muy frecuentes las falsificaciones, sobre todo del aceite común empleado como artículo alimenticio, cuyas falsificaciones ofrecen grandes dificultades para su demostración, pues los aceites presentan propiedades que difieren muy poco entre sí, y generalmente se trata sólo de la sustitución ó mezcla de un aceite más caro por otro más barato. Sin embargo, la determinación del peso específico, de las temperaturas de fusión ó solidificación, de las cantidades de ácidos grasos que contienen, así como de la capacidad de saturación de estos últimos, bastan para el reconocimiento de semejantes falsificaciones.

FIN DEL TOMO QUINTO

INDICE

PÁGINAS

INTRODUCCIÓN

Química de la vida diaria..... 7
El cristal y la célula..... 8
Elementos del mundo orgánico..... 9
Causas de la organización de la materia..... 15
Compuestos orgánicos..... 18
Acidos orgánicos..... 20

MOLIENDA DE LOS GRANOS Y COCCIÓN DEL PAN

La molienda.—Reseña histórica.... 32
Disposición de los molinos harineros..... 37
Piedras de moler..... 43
Molinos cilíndricos..... 52
Sémolas y cebada perlada..... 55
La panificación..... 58
La harina y el pan desde el punto de vista químico..... 60
Pan de levadura dulce..... 64
El horno de pan cocer..... 66
Máquinas para amasar..... 69

EL AZÚCAR

Su naturaleza química..... 71
Reseña histórica..... 77
La caña de azúcar..... 77
Azúcar de remolacha, su historia.. 83
Su clasificación..... 96
Azúcar en bruto..... 105
Azúcar de arce..... 109
Azúcar de sorgo y de palmera..... 110
Sacarina..... 111

LAS BEBIDAS DE INFUSIÓN

Café, té y cacao..... 113
El café..... 116
El arbusto del café..... 119
Plantaciones de café, ó cafetales.... 121
Sus variedades..... 124
Producción..... 125
Preparación de la infusión de café.. 127
Succedáneos del café..... 129
El té..... 130

PÁGINAS

Naturaleza y cultivo del arbusto del té..... 132
Recolección y tratamiento de las hojas..... 134
Su composición química..... 140
Su acción fisiológica..... 141
Sustitutos del té en otros países.... 143
Cacao y chocolate..... 145
Cultivo del árbol del cacao..... 146
Chocolate..... 151

EL TABACO Y OTROS NARCÓTICOS

El tabaco y su cultivo..... 166
Composición química..... 172
Preparación del tabaco..... 175
Tabaco de fumar..... 177
La fabricación de cigarros..... 180
Rapé..... 185
Producción del tabaco..... 188
El opio..... 191
Haschisch..... 196
Lúpulo..... 197

LAS BEBIDAS FERMENTADAS

Fabricación de alcohol, aguardiente y licores..... 203
Alcohol..... 209
Productos secundarios de la fermentación, aceite empireumático ó alcohol amílico, etc..... 211
Productos de descomposición del aceite empireumático..... 213
Éteres..... 214
Fabricación de alcoholes..... 215
Fermentación del mosto..... 221
Rectificación de los alcoholes..... 230
Fabricación de alcoholes con arroz, castañas de Indias, remolachas, etc. 235
Producción del alcohol..... 239
Fabricación de licores..... 240

EL VINO

Introducción..... 243
La vid..... 245

PÁGINAS

Variedades de cepas..... 246
Composición química de la uva.... 250
Prensado y aparatos destinados á ello..... 251
Acrecentamiento artificial del vino. 259
Bodeguería..... 264
Composición del vino ya hecho..... 267
Vinos espumosos ó Champagnes.... 269
Producción del vino..... 274

CERVEZA Y SU FABRICACIÓN

Su historia..... 279
Su producción..... 285
Fabricación de la cerveza..... 288
Composición química de la cerveza. 308
Fabricación de levadura..... 311
Vinagre..... 312

ESPECIAS, DROGAS, MEDICAMENTOS Y VENENOS

Pimienta y pimiento..... 322
Clavillo..... 324
Nuez moscada..... 326
Canela..... 329
Cardamomo y jengibre..... 331
Vainilla, laurel, azafrán..... 333
Las especias solubles..... 335
Drogas y medicamentos..... 337
Reseña histórica..... 338
Drogas: recolección y preparación. 341
Medicamentos..... 348
Los venenos..... 351

LA CARNE Y SU APROVECHAMIENTO

Composición química de la carne... 373
Consumo de carne en las grandes poblaciones..... 372
Extracto de carne..... 375
Cocción y asado..... 380
Conservación de la carne..... 381
Aprovechamiento de otros productos animales..... 390

JABONERÍA Y FABRICACIÓN DE BUJÍAS

Aceites y grasas..... 395
Naturaleza química de las grasas.. 402
Métodos de la jabonería..... 406
Ensayos de los jabones..... 411
Jabón potásico..... 312
Jabones de aceites y resinas..... 413
Historia de la fabricación de bujías. 417
Obtención del ácido esteárico..... 420
Fabricación de bujías..... 428
Velas de cera..... 434

PÁGINAS

ACEITES ESENCIALES Y PERFUMERÍA

Su historia..... 435
Aceites etéreos ó esenciales..... 440
Procedimientos de extracción..... 441
Propiedades y composición de los aceites esenciales..... 444
Falsificaciones..... 448
Fabricación de artículos de perfumería..... 449

EL ALUMBRADO, PARTICULARMENTE EL ALUMBRADO DE GAS É INDUSTRIAS ANEXAS

Luz artificial..... 455
Fotometría..... 457
Relación entre los diversos combustibles con respecto al poder luminoso de su llama..... 459
Las lámparas..... 460
Construcción de las lámparas..... 467
Petróleo y su extracción..... 476
Alumbrado de gas..... 478
Reseña histórica..... 479
Fabricación del gas del alumbrado. 484
Cok..... 486
Composición del gas del alumbrado 488
Destilación y purificación..... 490
Gasómetro..... 494
El contador..... 497
Los mecheros..... 498
Gas de madera, turba, etc..... 504
Importancia económica del alumbrado de gas..... 508
Gas comprimido, ó á alta presión... 511
Gas del alumbrado en estado líquido ó sólido..... 513
Luz eléctrica..... 523

CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN

Historia de la calefacción..... 529
Chimeneas..... 532
Principios del arte de la calefacción 536
Estufas..... 543
Calefacción central..... 569
Calefacción por el gas..... 589
La ventilación..... 596

GOMAS, RESINAS, BARNICES Y LACAS

Gomas y resinas..... 605
Lacas y barnices..... 613
Elaboración de lacas en el Japón... 615
Lacre..... 618
Cementos..... 620

CAUTCHUC Y GUTAPERCHA

Jugo lechoso de los árboles..... 623
Elaboración del cautchuc..... 631

PÁGINAS

El vulcanizado..... 633
Fabricación de tejidos impermeables 635
Producción del cautchuc..... 637
Gutapercha..... 638
Purificación y elaboración de la gutapercha..... 640

CURTIDO DE PIELES Y FABRICACIÓN DE COLA

Historia del curtido de pieles..... 643
La piel animal..... 649
Curtido en rojo..... 651
Curtido en blanco..... 662
Curtido de gamuza..... 663
Fabricación de la cola..... 664

EL BLANQUEO

Teoría del blanqueo..... 670
Blanqueo césped..... 672
Blanqueo mixto..... 673
Blanqueo artificial..... 675
Blanqueo de lana y seda..... 681
Blanqueo de la paja, esponjas, etc.. 682

TINTORERÍA Y ESTAMPACIÓN DE TELAS

Historia de la tintorería 687
Colores empleados en la tintorería. 692
Combinación de las materias colorantes con las fibras textiles mordientes..... 718

PAGINAS

Métodos prácticos de la tintorería.. 721
Estampación de telas..... 732
Procedimientos de la estampación.. 737

FABRICACIÓN DE TAPICES Y TELAS ENCERADAS

Fabricación de papeles pintados... 755
La estampación de los dibujos..... 761
Fabricación de telas enceradas..... 765
Estampación..... 768

FALSIFICACIÓN DE ARTÍCULOS ALIMENTICIOS Y DE CONSUMO

Harina y pan..... 772
Almidón..... 777
Leche, manteca y queso..... 778
La manteca de vaca..... 786
Carne y sus preparados..... 787
Grasa ó manteca de puerco..... 796
Conservas de legumbres y frutas... 797
Especias molidas..... 797
Cacao y chocolate..... 800
Café y té..... 802
Azúcar y jarabe..... 805
Miel..... 806
Aguardientes y licores 807
Vino..... 808
Cerveza..... 809
Vinagre..... 809
Aceite..... 810

PLANTILLA PARA LA COLOCACIÓN DE LAS LÁMINAS

DEL TOMO QUINTO

LÁMINAS		PÁGINAS
I	En la página	104
II	En la página	200
III	En la página	252
IV	En la página	286
V	En la página	298
VI	En la página	303
VII	En la página	343
VIII	En la página	382
IX	En la página	581
X	En la página	709
XI	En la página	712
XII	En la página	756
XIII	En la página	775
XIV	En la página	778
XV	En la página	799

REULEAUX

LOS GRANDES INVENTOS

5

9762