9760

FONDO ANTIGUO

LOS GRANDES INVENTOS

TOMO TERCERO


ABRAH. GOTTLOB WERNER
HEINR: COTTA
ALBR: THAER.
MATTHEW MAURY.

R/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 TERCERO



MINISTERIO DE CULTURA
BIBLIOTECA PUBLICA
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

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.

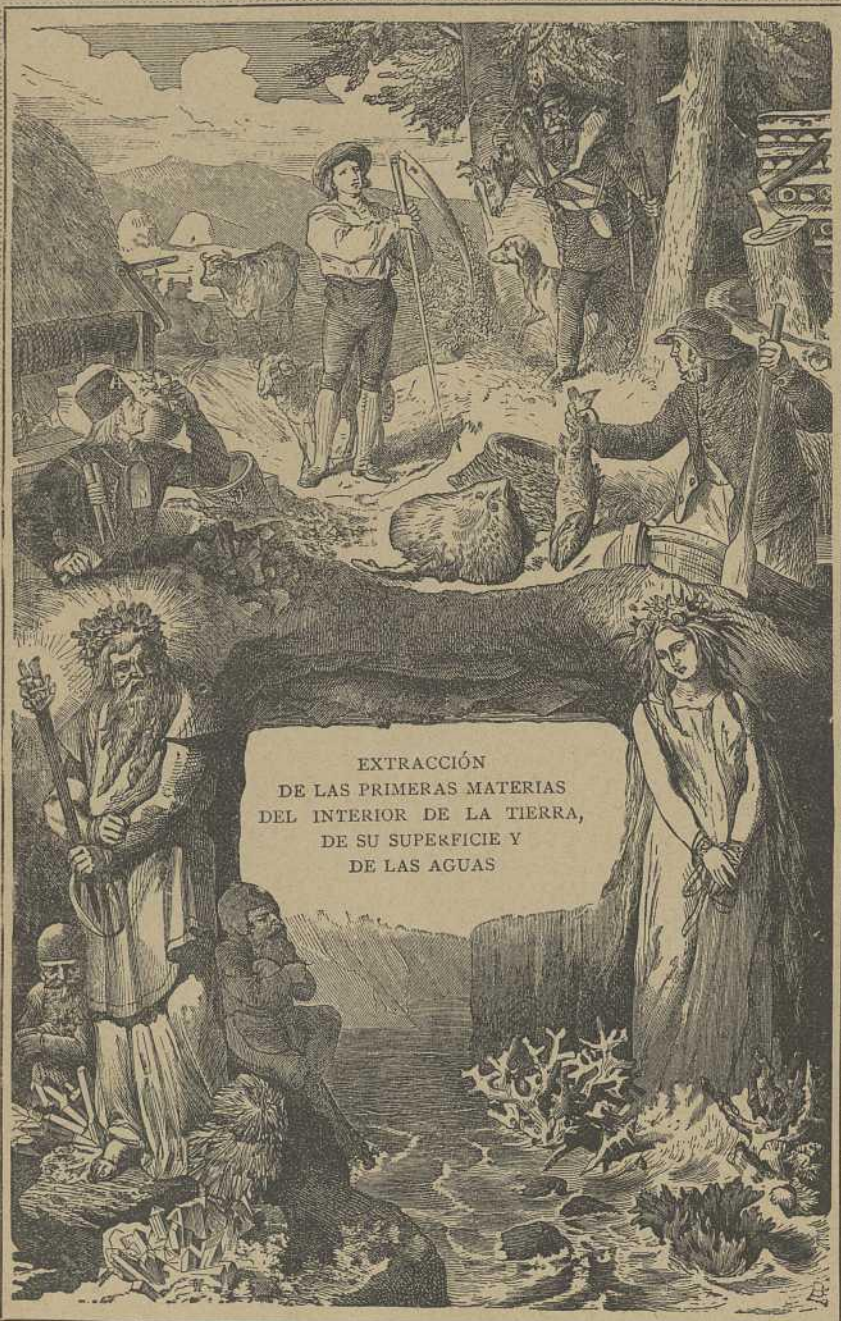
TOMO TERCERO



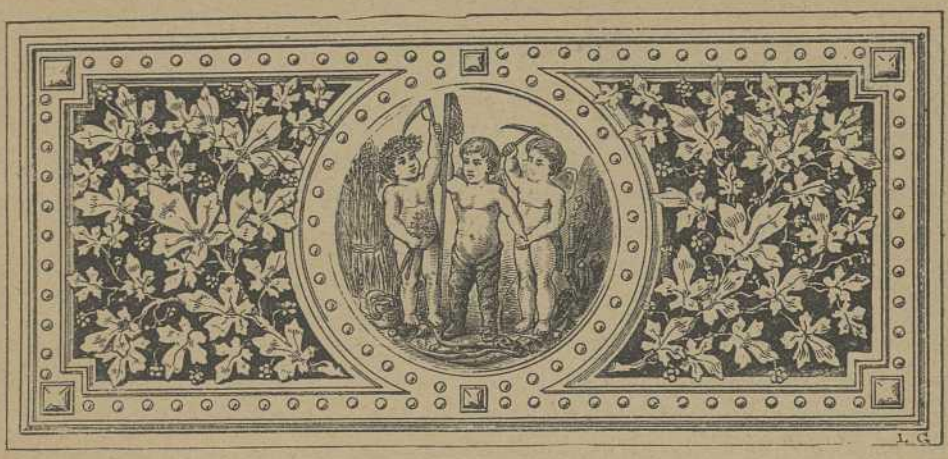
MADRID
GRAS Y COMPAÑÍA, EDITORES
Plaza de Santa Bárbara, núm. 2.
1888

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

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



EXTRACCIÓN
DE LAS PRIMERAS MATERIAS
DEL INTERIOR DE LA TIERRA,
DE SU SUPERFICIE Y
DE LAS AGUAS



INTRODUCCIÓN

Toda la naturaleza que nos circunda constituye á modo de una cadena, en la que los eslabones se sostienen mutuamente, dependiendo unos de otros, por más que cada cual forme por sí solo un anillo completo y hermoso.

El luciente cristal, la piedra preciosa radiante, la flor aromática, lo mismo que la mariposa inquieta y el melodioso ruiseñor, todo vive y también muere para dar lugar á nuevos seres y alimentar la vida de los que existen. De una forma que perece, se desenvuelve otra nueva: el mundo se conserva mediante la destrucción.

El cuerpo humano se empieza á destruir desde el día en que nace. El amigo querido que nos abraza al despedirse, no es el mismo que, al término de su viaje, nos vuelve á estrechar la mano: son otros los ojos que en él nos miran, otra la lengua que nos habla; su pelo, sus pies y sus manos son otros; hasta su corazón no es el mismo de antes. La sangre se asimila de continuo nuevas sustancias, llevándolas á los diferentes órganos de nuestro cuerpo, en los que se transforman en carne, hueso, tendones y ligamentos, mientras que de todas esas partes se segrega continuamente su sustancia constitutiva. Lo que se elimina y muere, cede el puesto á la materia viva; es decir, que por la sangre se renueva el cuerpo sin cesar desde el interior, á la vez que al exterior se destruye incesantemente. La materia se halla en él en movimiento continuo, y este mismo

movimiento predomina en la naturaleza entera. Podemos seguirlo hasta cierta distancia; logramos sorprender y reconocer las partículas migratorias en diferentes fases; mas allí donde se constituyen formas independientes y regulares, caminamos más ó menos á oscuras, y aun cuando en este terreno llegamos á determinar las *leyes* según las cuales se verifican las transformaciones, sus *causas* quedan envueltas en el misterio.

Nuestra ciencia no basta aún para comprender por qué la sal común se solidifica precisamente en forma de cristales cúbicos, á medida que se evapora la disolución que contiene, ni por qué el cristal de roca se presenta sólo en forma de prismas y pirámides hexagonales, y el diamante en octaedros redondeados. Podemos hacer deducciones más ó menos plausibles, fundadas en la condición de los átomos; cabe suponerlos dotados de fuerzas atractivas y repulsivas, que se manifiestan en diferentes direcciones y con diversa intensidad, y que, determinando la agrupación de ellos en moléculas con arreglo á ciertas leyes, dan lugar á una forma elemental, base del cristal desarrollado, pues éste no es más que una reunión de muchas moléculas verificada con arreglo á las mismas leyes que determinaron la agrupación de sus átomos respectivos. Podemos deducir la igualdad de forma de la identidad de la composición química; mientras que, por otro lado, las diferentes propiedades que se observan, según los casos, en un cuerpo de naturaleza química constante, nos llevan á la suposición de que las fuerzas moleculares pueden equilibrarse de diferentes maneras. En una palabra, podemos darnos cuenta de los cambios de posición que sufren los átomos en la modificación de sus combinaciones; pero con ello no hacemos más que suposiciones ó *hipótesis*, que llamamos *teorías* cuando se ajustan tan bien á los hechos conocidos, que resultan en extremo probables: están basadas desde luego en conocimientos precisos, pero no constituyen por sí el saber.

Las dificultades crecen cuando penetramos en la esfera de los cuerpos orgánicos. Una célula se agrega á otra para producir miles y miles de formas vegetales que nacen y mueren á su tiempo. Un cristal de roca puede conservarse miles de años sin alteración; pero en la planta hay fuerzas continuamente activas que ponen á su existencia límites determinados, y que solemos llamar «fuerza vital,» sin tener una idea precisa de lo que con ello significamos. Dicha fuerza es aún más patente en el reino animal; pero continuará siendo un enigma hasta que nuestro saber llegue á llenar el abismo que existe, al parecer, entre cuerpo y alma. La materia se anima imperceptiblemente y recobra á nuestra vista su condición inanimada, para empezar de nuevo.

Al quedar privado de alma nuestro cuerpo y el de los animales, pasa por una serie de descomposiciones y se convierte en parte en el ácido carbónico que contiene la atmósfera; el vapor de agua que despide se mezcla con la niebla de las nubes, mientras que los elementos calizos y nitrosos en que se transforman los huesos y músculos, forman cristales de cal y nitro, iguales á los que

se encuentran en el interior de la tierra. Por otra parte, el ácido carbónico y el vapor de agua contenidos en la atmósfera desempeñan un papel importante en la vida vegetal y animal. El amoniaco contribuye al desarrollo de los verdes prados, y los componentes de las rocas toman parte en la formación de la sangre y la carne. Así, pues, cabe concluir que en la naturaleza que nos rodea es invariable la cantidad de materia, la cual no aumenta ni disminuye, pues no hace más que adoptar nuevas formas, en virtud de la acción diversa de las fuerzas á que se halla sometida.

El vapor de agua de la atmósfera se deposita en forma de rocío y niebla sobre los elevados riscos de las montañas, reuniéndose sus partículas diminutas en gotas líquidas, que se precipitan por las laderas en virtud de su propio peso, desgastando y excavando en su curso las rocas y asimilándose sus partes solubles, hasta que, andando el tiempo, acaban por hacer desaparecer enormes capas de terreno, formando en su lugar valles más ó menos anchos y profundos. Los légamos y las arenas que arrastran las aguas se detienen en las llanuras, donde constituyen las tierras aptas para la germinación de las simientes. Mediante sus raíces y hojas toma la planta el alimento necesario, que consiste únicamente en las sustancias inorgánicas del suelo, del agua ó del aire, sustancias que también podemos preparar en nuestros laboratorios, pero que la planta convierte en madera, materias colorantes, azúcar, esencias aromáticas, fécula y el nutritivo gluten; de este modo se hace posible la existencia de los animales, para los que no bastan como alimento las sales del suelo, del agua y del aire, pues que su conservación y desarrollo dependen esencialmente de los productos elaborados en el interior de las plantas, que á su vez se nutren de las materias que les ofrece el reino inorgánico, las rocas, el aire y el agua. Pero el hombre, el ser más insaciable de la naturaleza, lo aprovecha todo—planta y animal, aire y piedra—para satisfacer las múltiples necesidades que se ha creado, y que han venido á aumentar considerablemente las naturales.

Sea cualquiera la forma en que se presente la materia, el hombre, nunca satisfecho, idea la manera de sacar partido de ella, por lo que, cuanto ofrece propiedades que estima que le pueden reportar alguna utilidad, se lo procura por todos los medios que tiene á su alcance. No bastándole para su alimento los frutos que encuentra cerca en estado silvestre, busca en regiones lejanas nuevos gérmenes, que procura aclimatar en su país á fuerza de cultivo. Para que la tierra produzca más, profundiza esa labor y aumenta el alimento de los vegetales mediante los abonos. Con todo esto no logra el hombre crear cosa alguna. Puede, sí, mejorar las condiciones de la vida vegetal, dando lugar á que la naturaleza produzca más y mejor en menos tiempo; pero se ve precisado á dejarla seguir sus propios rumbos, sin poder separar ni un eslabón de la cadena en que se mueve la materia. De los animales toma las carnes, las pieles, la miel, etc.; y si quiere obtener otros alimentos que le son igualmente necesarios, tiene que princi-

piar por labrar la tierra para cosechar de ella las legumbres y los cereales, por ejemplo.

La parte sólida del globo es, por lo tanto, un tesoro inagotable, y el suelo movedizo el taller en donde las masas inertes reciben formas apropiadas á nuestras necesidades. Las fuerzas naturales se abren paso en ese inmenso almacén y extraen, átomo tras átomo, la riqueza subterránea; pero el hombre con sus toscas herramientas no puede penetrar por las estrechas grietas que dan paso al aire y al agua. Sin embargo, piensa en romper esas cadenas y libertar á Plutón aprisionado, y faltándole el tiempo de que disponen esos lentos destructores, estudia, al emprender su campaña contra la naturaleza para domeñarla, los puntos más débiles y asequibles que ésta le presenta, y valiéndose de fuerzas poderosas, expone también la vida en su lucha por la existencia, concluyendo por apoderarse de todo en esa especie de saqueo; pero de cada nueva ventaja surge para él una nueva necesidad. Para la construcción de su casa toma las rocas más sólidas ó consistentes, y las que más le agradan por su hermosa estructura, color ó dibujo; taladra los terrenos en busca de aguas potables y medicinales; penetra en el seno de la tierra para apoderarse de las piedras preciosas y los metales que encierra en sus entrañas, y con los que adorna su persona y fabrica armas y utensilios; y abriendo sin reparo los sepulcros de remotísimas edades, extrae de extensas selvas las momias carbonizadas, para utilizarlas como combustible.

No contento el hombre con estas sus hazañas en tierra firme, se atreve también con el reino de las aguas, obligando al elemento amigo que le procura la vida, que fecunda los terrenos y que provee de alimento á las plantas, á llevar de una parte á otra del globo sus barcos y á mover sus molinos; encauza las corrientes y hace retroceder los mares para ensanchar sus campos ó construir edificios; y sin que le asusten las profundidades del Océano, en los parajes silenciosos donde crecen el coral y la esponja, se forma la perla y se confunden los reinos animal y vegetal, lanza sus redes ó desciende él mismo en busca de materias aprovechables, mientras que desde las orillas de ríos y lagos apacibles atrae al pez con el anzuelo, á la vez que, cual cazador intrépido, arrostra los peligros del mar embravecido persiguiendo al enorme cetáceo.

Entre las primeras ocupaciones del hombre prehistórico se cuentan la caza y la pesca, que proporcionan aún el sustento á muchos pueblos rudos, y se llevan á cabo en los civilizados de una manera más hábil y sistemática; esto aparte de que, desde que los instintos feroces del hombre cedieron en muchas regiones ante sentimientos más humanos, determinando la vida del pastor y del labrador, se desarrolla cada día más y mejor la cría de ganados y la agricultura. Pero lo que más ha contribuído al bienestar material de los pueblos ha sido el aprovechamiento de las riquezas del subsuelo (las piedras y los metales); pues prestándose mucho menos que los productos de los reinos vegetal y animal á una apli-

cación inmediata en su estado natural, su elaboración, fruto de la inventiva y la actividad humanas, ha motivado el desenvolvimiento de artes sin las que serían nuestra habitación una choza, nuestro vestido las pieles de los animales ó la corteza de los árboles, y nuestros medios de transporte, las bestias de carga.

Dediquemos, pues, este tomo á considerar cómo el hombre ha extendido su dominio sobre todos los reinos de la naturaleza, y cómo extrae las materias primeras del interior de la tierra, de su superficie y de las aguas.



PRODUCTOS DEL INTERIOR DE LA TIERRA

LAS ROCAS APROVECHABLES

Formación del globo terrestre.—Roca y mineral.—Rocas plutónicas, sedimentarias y metamórficas.—Formaciones geológicas.—Importancia de las rocas.—El cantero: sus herramientas y trabajos.—La máquina perforadora en los túneles del Cenis y del San Gotardo.—Explotación de las canteras.—Las rocas útiles: granito, sienita, diorita, bloques erráticos, pórfido, traquita, basalto, tras, puzzuolano.—Calizas, mármol, cemento.—Piedra litográfica de Solenhofen.—Canteras de Carrara.—Yeso y alabastro.—Serpentina.—Pizarra.—Canteras de Turingia y el país de Gales.—Areniscas.

FORMACIÓN DEL GLOBO TERRESTRE

Los maravillosos descubrimientos hechos durante los últimos años con el espectroscopio en el campo de la astronomía, han contribuído de un modo inesperado á fijar las opiniones acerca de la formación y desarrollo de los astros en general, y las deducciones admisibles en vista de las observaciones espectroscópicas del sol, los cometas, las nebulosas y los planetas más próximos, confirman de manera muy satisfactoria una teoría que sólo se fundaba antes en fenómenos terrestres.

Hace tiempo se atribuye á nuestro globo un estado previo candente ó pastoso ígneo, como consecuencia de la condensación de materiales que se hallaban antes en estado gasiforme; punto de que nos hemos ocupado brevemente al tratar, en el tomo segundo, del papel que desempeña el calor en la economía de la naturaleza. Respecto del planeta que habitamos, muchos fenómenos observados indicaban, no ya la probabilidad, sino hasta la necesidad de semejante suposición, que en cuanto á los demás cuerpos del universo no tenía más valor del que resulta de la analogía; pues aparte de la esfericidad observada en algunos planetas, y sus satélites, en especial los curiosos anillos de Saturno, casi ningún fenómeno arrojaba luz sobre la naturaleza de dichos cuerpos. Empero el espectroscopio ha aguzado nuestros sentidos, facilitando la observación de regiones que antes nada nos decían. Hoy podemos distinguir ya si una nebulosa luminosa se compone de una cantidad de cuerpos sólidos y aislados, ó si tiene un carácter gasiforme; si en su interior se encuentra un núcleo más denso, y si éste tiene luz propia ó reflejada; podemos discernir si tal estrella brillante está ó no envuelta por una atmósfera, y si su superficie es sólida ó se halla cubierta de agua. Es más; algunas observaciones se prestan, al parecer, á determinar si la superficie de un astro es de la naturaleza del hielo ó de la roca, y en este último caso si se compone de rocas cristalinas ó amorfas.

Aun cuando algunas de estas conclusiones parecen prematuras y no pueden admitirse sin reserva, son muchas las que llevan el sello de la probabilidad; de modo que cuando concuerdan con el concepto que (en vista de ciertos fenómenos terrestres) tenemos que admitir acerca de la formación de nuestro planeta, adquieren evidente importancia, tanto mayor cuanto confirman las observaciones hechas en campos y por métodos enteramente distintos. Lo cierto es que todas las fases por las que, con arreglo á las investigaciones puramente terrestres, hubo de pasar nuestro globo durante su solidificación, podemos observarlas en multitud de cuerpos celestes; y esto viene á afirmar de una manera esencial el convencimiento de que la Tierra estuvo durante cierta época en estado candente.

Sabido es que la Tierra no es esférica, sino de forma esferoidal, más ó menos parecida á la de una naranja; es decir, que se halla algo aplanada en sus polos, mientras que en el ecuador presenta un abultamiento. De esto se deduce que nuestro planeta giraba ya con gran velocidad sobre su eje cuando aún no se había enfriado en su superficie lo bastante para que se formara en ella una costra sólida. La configuración tan singular del planeta Saturno con sus anillos, muestra de un modo patente el efecto de la fuerza centrífuga, pues en este caso la rotación fué tan rápida, que dicha fuerza dió lugar, no sólo á la acumulación de grandes masas en la zona ecuatorial, sino que la capa externa de esta zona se separó de la masa general, cual los granos de trigo despedidos por la muela, y siguió girando en el espacio sin más relación con Saturno que ese poderoso

vínculo de la atracción recíproca, que mantiene unido todo el sistema solar. Esta prueba de un anterior estado fluido candente de los planetas es de la mayor importancia, porque ofrece la explicación de gran número de fenómenos que sirven de punto de partida á la geología.

Así, pues, en el período remotísimo insinuado era muy superior al actual la temperatura propia de la Tierra; temperatura que ha disminuído de día en día, pues por radiación en el espacio frío se perdía mucho calor, que por otra parte no compensaba el que la Tierra recibía del Sol. Prescindiendo del tiempo incalculable que debió tardar esta enorme gota de materia en enfriarse siquiera en su superficie, el procedimiento no fué, de seguro, otro en esencia que el que podemos observar en cualquiera corriente de lava fluido-candente que emana del cráter de un volcán. Así como la lava se enfría lentamente desde la superficie hacia el interior de su masa, y, á medida que baja su temperatura, pasa gradualmente del estado fluido al sólido, del mismo modo debió proceder la solidificación del globo terrestre: la superficie se endureció primero, acabando su incandescencia, y, por lo tanto, su luz, de manera que hubiera dejado de ser visible desde otros cuerpos del universo, si no hubiera reflejado la luz del sol. Andando el tiempo, la solidificación progresó hacia el interior; fué aumentando gradualmente el espesor de la costra, y en las rocas que llamamos *arcáicas*, ó primitivas, porque se encuentran en la base de todas las demás que se formaron más tarde, algunos geólogos creen tener á la vista la masa que constituyó la corteza primordial. Estas rocas primitivas se distinguen por su estructura cristalina, así como por la gran proporción de combinaciones silíceas que contienen.

Conviene añadir aquí, por vía de aclaración y para que nuestros lectores no se formen una idea errónea, que la solidificación de la materia fluido-candente no produjo una masa homogénea como el vidrio, sino que se formaron durante el enfriamiento ciertas combinaciones, merced á la afinidad química de los diversos elementos, de modo que al fin resultó una mezcla, en la cual esos cuerpos químicos aparecieron uno al lado de otro, en forma de cristales más ó menos grandes y perfectos, y como embutidos en una masa amorfa ó informe. Esas combinaciones aisladas, de carácter químico especial, se llaman *minerales*, en oposición á las *rocas*, que constituyen la masa de la tierra firme y son cada una, por regla general, una mezcla de minerales diferentes. Tampoco deben figurarse nuestros lectores que desde la solidificación primordial no ha sufrido alteración la naturaleza de las rocas arcáicas; al contrario, es probable que durante el curso de los tiempos han cambiado más ó menos su composición y estructura; y cuando dijimos más arriba que algunos geólogos creen ver en dichas rocas la masa de la costra primordial, hablamos naturalmente con esta salvedad. Además, y á medida que prosiguen las investigaciones, se acentúa la opinión de que las rocas arcáicas no son tales rocas primitivas, ni tienen tampoco un origen ígneo, sino que fueron depositadas por las aguas como las rocas sedi-

mentarias de que hablaremos luego, aunque no se encuentren hoy en su estado original.

En torno del globo candente se extendía una atmósfera densa, compuesta, no sólo de los elementos del aire, sino también de todas las aguas que hoy constituyen los mares, y que entonces, y aun durante mucho tiempo, sólo podían existir en forma de gases ó vapores entre la superficie todavía caldeada y el espacio frío. La condensación en las regiones más elevadas y frías de dicha atmósfera, combinada con la evaporación activa en sus capas inferiores y más calientes, debió determinar una circulación imponente que, haciendo descender los vapores más y más hacia la tierra á medida que ésta se enfriaba, los puso, por fin, en contacto con ella cuando la temperatura de su superficie llegó á ser inferior á la del agua hirviendo. Desde aquel momento podía el vapor condensado precipitarse sobre la tierra en forma líquida, ó sea como agua propiamente dicha, y desde entonces data la circulación del líquido elemento en la superficie terrestre, bajando desde los puntos más elevados y fríos á los más bajos, para evaporarse en ellos y caer más tarde en forma de lluvia. Aunque en el tiempo primordial no tenían las montañas y los valles el desarrollo que tienen actualmente, debieron formarse bien pronto desigualdades en la superficie, merced á la contracción continua de la costra ya formada y á una acción volcánica más ó menos activa y violenta. Además, la superficie debió hallarse expuesta á la furia de poderosos vientos, y sabemos por experiencia el efecto que producen éstos, no ya sólo en las aguas, sino en la superficie, al parecer tan rígida, de los hielos.

Pero á la vez que empezaron á circular las aguas sobre la tierra, comenzaron también á ejercer su poder destructor y disolvente; poder incontrastable que debió acrecentarse de un modo notable en ese período, merced á la elevada temperatura reinante, unida á la gran cantidad de ácido carbónico y tal vez de otros gases disolventes que contenía la atmósfera, que promovieron, sin duda, la modificación de las combinaciones químicas habidas ya en la costra. Al mismo tiempo se abrían paso de cuando en cuando, á través de ésta, masas fluido-candentes que se agitaban debajo, extendiéndose en la superficie; y la composición más ó menos diversa de esas lavas y su calor intenso, unidos á los factores ya referidos, no podían menos de producir alteraciones en las masas sólidas con que se pusieron en contacto.

En todos los tiempos posteriores, pero muy especialmente durante la juventud, digámoslo así, de nuestro planeta, ejercieron esas fuerzas físicas y químicas su acción sobre los átomos de la tierra, sin dejarla nunca en completo reposo; y por insignificantes que nos parezcan algunas de esas fuerzas, y por pequeños que sean sus efectos en un momento dado, su poder resulta inconmensurable, y sus consecuencias grandes sobre toda ponderación cuando su acción se ejerce sin cesar durante largos espacios de tiempo. Por ello, y aunque las rocas llama-

das arcáicas representen realmente las primeras masas solidificadas del globo, es sumamente improbable qne conserven hoy su naturaleza primitiva.

Los elementos de la tierra, las materias simples que componen los minerales y las rocas, no se distinguen precisamente por la constancia de sus combinaciones: no se sujetan al precepto del matrimonio indisoluble; y aun cuando formen á veces uniones muy duraderas, rompen los lazos bajo la influencia de condiciones determinadas y afinidades más poderosas, para formar nuevas combinaciones, que á su vez subsisten tan sólo con la condición, tácitamente aceptada por ambas partes contrayentes, de «mientras no se nos depare alianza mejor.»

La gota de agua que se desliza sobre un lienzo de roca absorbe una porción mínima de alguna sal soluble contenida en ese conjunto de minerales; porción tan pequeña, que el químico no acierta á descubrirla. Pero las gotas siguientes hacen lo propio, y al cabo una partícula sólida de la roca, careciendo ya del apoyo que le prestaban las partículas disueltas, se desprende y rueda, ó es arrastrada hacia la llanura. De este modo se forma en la superficie de la roca un canalito, que ensancha y profundiza gradualmente el hilo de agua que por él baja, y que no es, en suma, más que el principio de un valle; y cuando al recorrer una región escabrosa vemos cómo un arroyo ha abierto su lecho profundo á través de inmensas capas de roca, podemos pensar en la primera gota de agua que inició tal excavación.

Los componentes de las rocas que disuelve el agua, ó sea las sales, los álcalis y ácidos, penetran con el líquido elemento en los poros de aquéllas, y donde quiera que hallan ocasión de formar combinaciones más en consonancia con sus afinidades, pasan nuevamente del estado disuelto al insoluble. Suelen depositarse en las grietas y huecos en forma de minerales bien cristalizados, ó de metales nativos, constituyendo los llamados filones metalíferos; pero en el interior de la masa roqueña determinan cambios en su naturaleza química, y pueden dar lugar á un aumento ó á una diminución del volumen de dicha masa, según que alleguen nuevas sustancias ó eliminen algunas de las ya existentes. En este caso pueden formarse huecos subterráneos más ó menos considerables, que, según las circunstancias, permanecen vacíos ó se rellenan con el tiempo, y á veces también se hunden y contraen, dando lugar en muchos casos á sacudimientos ó terremotos locales; en cambio, el aumento de volumen de las rocas puede dar margen á movimientos más ó menos pronunciados, merced á los cuales las masas se abren ó dislocan y retuercen. Al mismo tiempo la acción del calor subterráneo y de gases y vapores procedentes del interior, opera cambios sumamente lentos, cuyos progresos apenas pueden comprobarse en un espacio de tiempo relativamente corto, pero cuyos resultados son manifiestos al cabo de miriadas de años.

En efecto, los geólogos han descubierto en muchas partes las señales evidentes de semejantes transformaciones, y dan á sus productos el nombre de *ro-*

cas metamórficas, siendo muy probable que la condición actual de las rocas arcáicas sea resultado del llamado metamorfismo.

Los componentes de las rocas, como los granos de arena silícea, las combibinaciones arcillosas, etc., que el agua no puede disolver, no resisten por esto á sus repetidos ataques, y acaban por desprenderse de la masa general, acumulándose al pie de los declives, ó siendo arrastrados por las corrientes. En este caso se depositan en parte en el fondo de los valles y llanuras que atraviesan los ríos, á la vez que una gran cantidad de arenas finas y légamos es llevada al mar; los granos más gruesos y pesados se depositan entonces en las inmediaciones de las costas, especialmente en la desembocadura de los ríos, donde suelen acumularse, hasta el punto de elevarse sobre el nivel del agua y formar las islas bajas, más ó menos triangulares, que se llaman «deltas;» en cambio, las partículas más finas y ligeras se mantienen más tiempo en el agua, depositándose gradualmente sobre el fondo del mar á mayor distancia de las costas, y formando capas casi horizontales. Hemos hablado del tiempo presente, porque esos desprendimientos de arenas en lo alto de las montañas, esos arrastres por los ríos y esos depósitos en las llanuras y el mar se verifican hoy continuamente; pero también procedieron sin interrupción, en una ú otra parte del globo, desde que el agua empezó á correr sobre su superficie y se formaron los mares, y los enormes depósitos que se acumularon y endurecieron durante período tan inconmensurable, constituyen lo que llamamos *rocas sedimentarias*, porque, en efecto, representan los sedimentos ó posos de las aguas.

Entretanto, habíase desarrollado sobre la tierra la vida orgánica, apareciendo sucesivamente las formas vegetales y animales, desde las más sencillas hasta las más complicadas ó perfectas; desde las algas y los foraminíferos hasta las plantas dicotiledóneas y los mamíferos actuales. Muchos restos de dichos organismos, como troncos de árboles, frutas y hojas, conchas de moluscos y esqueletos más ó menos completos de animales vertebrados, quedaron sepultados en diferentes épocas bajo dichos depósitos de arenas y légamos, y hoy, al cabo de millares de años, los encontramos petrificados en muchos terrenos, logrando descifrar, hasta cierto punto y por su mediación, lo que podemos llamar la prehistoria de las floras y faunas de nuestros días, y establecer la cronología geológica, ó sea la edad relativa de las diferentes rocas. Pero algunos de esos fósiles tienen para nosotros un valor más inmediato y positivo, pues las poderosas capas de hulla ó carbón de piedra que explotamos actualmente no son sino los restos de inmensas selvas, que también hallaron sepultura debajo de los citados légamos, y la mayoría de las rocas calizas se compone también de restos de foraminíferos y corales.

Las rocas sedimentarias no permanecieron siempre en su estado y posición originales; pues mientras que, al par que las arcáicas, se hallaban sometidas más ó menos á los efectos del metamorfismo de que hablamos antes, la contracción

de la tierra, resultado de su lento pero continuo enfriamiento, daba margen á movimientos considerables, levantando y deprimiendo las capas horizontales, plegándolas acá, rompiéndolas allá y á veces trastornando por completo su orden primitivo. Al mismo tiempo subían en algunos puntos por las hendeduras abiertas grandes masas de roca fundida, vertiéndose en forma de lava sobre la superficie y aumentando naturalmente ese desorden. Los efectos de semejantes trastornos se observan por doquier en nuestros días, pues á ellos se debe en gran parte la formación de cordilleras, altillanuras y profundas depresiones, invadidas más tarde por las aguas; y los restos fósiles de moluscos y otros organismos que vivieron y fueron sepultados en el fondo del mar, se encuentran hoy á grandes elevaciones sobre su nivel actual, lo mismo en los Pirineos que en los Andes y la imponente cordillera del Himalaya. Al mismo tiempo continuó la acción corrosiva de las corrientes, desgastando, no sólo las rocas arcáicas, donde quiera que quedaron expuestas, sino también las rocas sedimentarias que fueron elevadas sobre el mar, dando lugar á la deposición de nuevas capas de sedimentos.

FORMACIONES GEOLÓGICAS

Hemos dicho que se puede determinar la edad relativa de las diferentes rocas sedimentarias, en vista de los fósiles ó restos orgánicos petrificados que encierran. En efecto, esta clasificación cronológica, cuya utilidad para el estudio de la constitución del globo es evidente, no sería posible si las rocas depositadas en diferentes épocas no llevaran un sello ó distintivo mejor que su propia composición y estructura, las cuales no pueden servir de norma en la inmensa mayoría de los casos. En una localidad dada es á veces fácil determinar la sucesión ó antigüedad relativa de los estratos ó capas que constituyen diferentes formaciones geológicas, partiendo del principio de que el más antiguo es el que se halla debajo de los demás; pero sucede con frecuencia que dichos estratos han sido trastornados ó dislocados de tal manera, que no hay medio de aplicar regla tan sencilla. Mas aun cuando así no fuera, semejante clasificación sólo tendría valor local, pues no serviría para establecer la identidad de ciertas formaciones en comarcas ó países distantes uno de otro. Por esto aprecian tanto los geólogos los fósiles, que tan á menudo les sacan de dudas y perplejidades, y que, presentándose en las diferentes rocas sedimentarias con caracteres distintos, según la edad en que vivieron las faunas y floras que representan, les permiten proceder sistemáticamente en el estudio de la tierra, delimitando las formaciones geológicas con arreglo á su orden de superposición, y clasificándolas en eras, sistemas y grupos determinados.

Si consideramos una sección de la costra terrestre, en la que supongamos reunidas, una encima de otra, todas las diversas rocas que se formaron en la su-

perficie del globo, llaman primero nuestra atención las *arcáicas*, antes referidas, es decir, las que, al parecer, se solidificaron ó depositaron primeramente, por más que su composición y estructura hayan cambiado bajo la acción del metamorfismo. Estas rocas consisten en muchas variedades de gneis y varios esquistos micáceos, con zonas subordinadas de caliza, dolomia, cuarcita, etc. Debajo de ellas se encuentran masas de granito, sienita, pórfido y rocas análogas, cuyo origen ígneo es más evidente, y que en muchas partes del globo, no sólo han atravesado las rocas arcáicas, rellenando sus grietas y hendeduras, sino que han penetrado á través de otras formaciones muy posteriores, vertiéndose ó extendiéndose sobre su superficie. Además de dichas rocas eruptivas, que en vista de su origen se llaman *plutónicas*, tanto las arcáicas como sus sucesoras, han sido atravesadas en diferentes épocas por los productos *volcánicos* propiamente dichos, como la fonolita, el basalto, lava, obsidiana, etc., que se presentan en forma de filones, masas lenticulares y cúpulas á diferentes niveles. Las rocas arcáicas, que en general tienen el carácter de esquistos cristalinos y carecen, al parecer, por completo de restos orgánicos, se colocan en la base de la clasificación geológica, y se refieren á la *Era arcáica* ó *azóica*.

Sobre las rocas arcáicas descansan las formaciones sedimentarias más antiguas, con restos orgánicos, correspondientes á la *Era primaria* ó *paleozóica* de los geólogos, y consisten esencialmente en areniscas y pizarras, con zonas de caliza. Estas rocas se clasifican en cinco sistemas, que se dividen á su vez en varios grupos característicos. El sistema *cambriano*, así llamado por hallarse mejor desarrollado en la antigua Cambria, ó País de Gales, comprende grauwacas, cuarcitas, conglomerados, arcillas y pizarras, y los fósiles que estas rocas contienen son los restos orgánicos más antiguos que conocemos. Al *siluriano*, nombre que se debe al antiguo país de los silures (Inglaterra), corresponden grauwacas, areniscas y pizarras, con muchas especies diversas de animales marinos inferiores, inclusos los primeros vestigios de peces, así como algas y los restos más antiguos conocidos de plantas terrestres. El *devoniano* (del condado de Devón, Inglaterra), se caracteriza por sus areniscas rojas, conglomerados finos, grauwacas, calizas y pizarras, que contienen bastantes restos de una flora terrestre y otros muchos de una fauna exclusivamente marina, con algunos peces singulares, muy diferentes de los de nuestros mares. Sigue al sistema devoniano el *carbonífero*, que debe su nombre á los depósitos de carbón mineral ó hulla que constituyen uno de sus caracteres más notables en diferentes partes del globo, y se encuentran entre calizas y arcillas, predominando además en el sistema diferentes variedades de arenisca. Los fósiles corespondientes representan también esencialmente una fauna marina con muchos géneros de peces; pero á su lado aparecen las primeras señales de una transición en forma de algunos anfibios, así como vestigios de una fauna terrestre en grandes alacranes, arañas é insectos. La flora carbonífera era muy exuberante y reviste para nosotros

interés especial, como veremos en uno de los capítulos siguientes. El sistema más reciente de la Era paleozóica es el llamado *permiano*, nombrado así en vista de su gran desarrollo en la provincia rusa de Perm; comprende areniscas rojas, conglomerados, calizas, dolomias, y también algunas arcillas características. Estas rocas contienen pocos fósiles, y son principalmente restos de helechos arbóreos y de peces de forma especial.

Las formaciones de la *Era secundaria*, ó *mesozóica*, que sigue á la anterior, se clasifican en tres importantes sistemas, cada uno de los cuales se divide en numerosos grupos. Corresponden al sistema *triásico* (así llamado por los tres grupos en que se dividió en su origen), areniscas de un rojo vivo, arcillas y margas, calizas y dolomias, con numerosos depósitos de yeso y sal gema, rocas que contienen restos fósiles de helechos, equisetáceas colosales y coníferas, así como multitud de conchas marinas petrificadas, esqueletos de reptiles anfibios colosales, las formas más primitivas del cocodrilo y los primeros vestigios de pequeños marsupiales, esto es, los mamíferos más imperfectos. Las rocas del segundo sistema mesozóico alcanzan gran desarrollo en las montañas del Jura, de donde el nombre de *jurásico* que se le ha dado, aunque se extienden además sobre gran parte del globo; consisten principalmente en calizas, areniscas, margas y arcillas. La flora que representan sus fósiles se componía esencialmente de helechos, cicádeas y coníferas, y la fauna era al parecer mucho más variada que las de formaciones anteriores; los corales eran muy numerosos, abundaban los equinodermos y moluscos, especialmente los amonitos; existían algunos insectos, habiéndose hallado la impresión de un ala de mariposa, la más antigua que se conoce, y poblaban los mares varios géneros de peces; pero lo que más distinguía la fauna jurásica era la abundancia y variedad de los reptiles: cocodrilos y tortugas enormes, lagartos marinos de ocho metros de largo, reptiles volantes, y varios géneros singulares (*deinosauros*), mezcla de reptil y ave, que alcanzaron en América una longitud de treinta metros; en la caliza litográfica de Solenhofen se han encontrado esqueletos de un ave, la más primitiva conocida, con algunos caracteres propios de un reptil; y, por último, las rocas jurásicas contienen restos de algunos pequeños marsupiales, los animales mejor organizados de aquella remota época. El sistema *cretáceo*, cuyo nombre se debe á la creta blanca anglo-francesa, comprende además otras variedades de caliza, areniscas, margas y arcillas, que constituyen en diferentes partes del globo grupos característicos bien definidos. Aunque la mayor parte de los estratos cretáceos sólo contiene fósiles de organismos marinos, se encuentran restos de dos vegetaciones terrestres distintas; la más antigua tuvo mucha analogía con la flora jurásica, mientras que en las zonas superiores se encuentran además los precursores más antiguos conocidos de las dicotiledóneas actuales: roble, sauce, haya, plátano, chopo, arce y otros. Para que nuestros lectores se formen idea de las variaciones climatológicas habidas, al parecer, en diferentes épocas geológicas, ó bien de la

adaptabilidad de los organismos á condiciones muy distintas, añadiremos que en Groenlandia y otras regiones polares se han hallado, sepultados hoy bajo enormes capas de hielo, restos inequívocos de varias especies de helechos, cicádeas y coníferas, así como de chopos, higueras, sasafrás y magnolias. La fauna cretácea era también bastante variada; los restos de foraminíferos constituyen masas enormes de roca (creta); abundaban las esponjas y los corales, las quinoideas, los gusanos anélides y los moluscos; los vertebrados estaban representados por algunos peces teleóstios, ó de esqueleto óseo, muchos reptiles de los tipos jurásicos, inclusos los volantes, algunas serpientes marinas y bastantes aves, alguna de las cuales alcanzaban dos metros de alto y tenían verdaderos dientes.

Durante la *Era terciaria*, ó *cainozóica*, se verificó gradualmente la distribución actual de tierras y mares, y el levantamiento de la mayor parte de las grandes cordilleras del globo, variando mucho y localizándose más los depósitos, y acentuándose cada vez más en las faunas y floras los modernos caracteres de los organismos. Esta Era comprende tres sistemas principales, siendo el interior el llamado *eoceno*, cuyo depósito más importante es la caliza numulítica, ó sea compuesta en gran parte de los restos de un foraminífero (numulito); además corresponden al eoceno arcillas, margas, arenas y areniscas. La flora comprendía varias especies de palmera, higuera, plátano, almendro, noguera, laurel, ciprés, calabaza, melón, etc., mientras que la fauna abundaba en foraminíferos, como los numulitos ya referidos, y moluscos, siendo también notables los vertebrados, como peces, reptiles y aves, y muy especialmente algunos mamíferos marsupiales y carnívoros, un lemuróide, representante primitivo de los monos, así como precursores del caballo, cerdo, ciervo, elefante, etc., y varios cetáceos. Prescindiendo del sistema *oligoceno*, cuyos depósitos son relativamente poco extensos, llegamos al sistema *mioceno*, durante cuyo período se formó gradualmente la cadena de los Alpes. Con arreglo á los restos encontrados, indica la flora, lo mismo que la fauna, un clima europeo tropical que fué templándose poco á poco; los animales más perfectos consisten en tres especies de monos. El carácter local y variable de los depósitos se acentuó notablemente durante el período siguiente, que corresponde al sistema *plioceno*, que alcanzó su mayor desarrollo en Europa en la cuenca del Mediterráneo, y comprende también formaciones puramente fluviátiles y lacustres. La flora constituía una transición entre la semitropical miocena y la de nuestros tiempos, y la fauna se caracterizó por rinocerontes, hipopótamos y elefantes, antílopes, ciervos, rumiantes colosales, una especie de jirafa, otras de buey, gato, oso, hiena y monos, y también nuestro caballo, amén de animales inferiores, como moluscos y organismos de agua dulce.

Las formaciones superiores de la serie geológica correspondientes á la *Era cuaternaria*, se clasifican generalmente en dos sistemas: el *pleistoceno* ó *diluvial*, y el *aluvial* ó *reciente*. Durante el período pleistoceno se acentuó tanto el frío,

que todo el Norte de Europa y parte del de América estuvieron sepultados bajo nieves y hielos, por cuyo motivo hablan los geólogos de un *período glacial;* los mamíferos árticos, inclusos algunos que ya no existen, como el mamut, avanzaron hacia el Sur, hasta España é Italia; pero más tarde, merced á otra variación

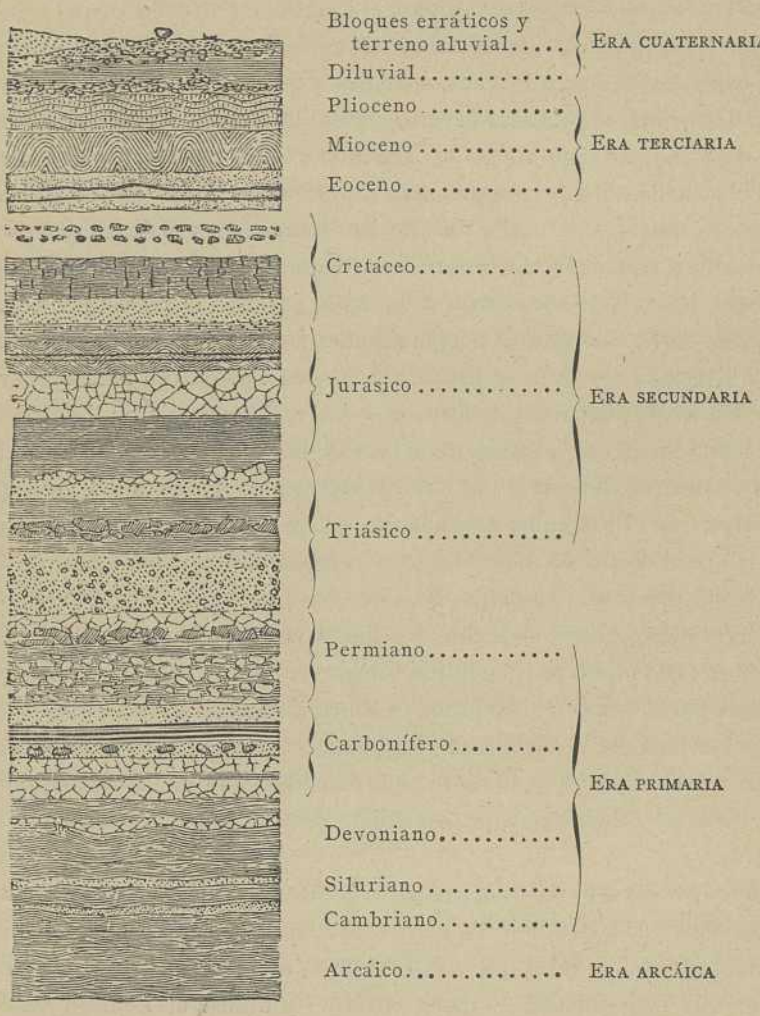


FIG. 1.ª—Esquema de las formaciones geológicas.

climatológica notable, aparecieron en dichos países el puercoespín, leopardo, león, hiena, elefante africano é hipopótamo. Los depósitos diluviales consisten principalmente en los terrenos denominados de acarreo, compuestos de gravas, arenas y arcillas más ó menos mezcladas con fragmentos de roca, mientras que acá y allá se presentan los llamados bloques erráticos, ó sean trozos á veces enormes de roca que fueron transportados por el hielo á grandes distancias de su punto de origen. El período aluvial ó reciente no es más que la continuación

del anterior, sin que pueda fijarse ningún límite característico entre ambos; durante él se desarrolló el hombre, cuya aparición en Europa data de fines del período glacial, habiendo inmigrado probablemente desde regiones más templadas, según lo prueban los utensilios prehistóricos de piedra. (Véase el tomo I, páginas 14 y 20).

La fig. 1.ª representa esquemáticamente las formaciones geológicas superpuestas, con sus divisiones en Eras, sistemas y grupos principales; mas no debe pensar el lector que se presenta la serie entera en todas las partes de la tierra; al contrario, en algunas regiones no se encuentra roca sedimentaria alguna propiamente dicha, hallándose expuestas á la superficie las rocas arcáicas. En otros puntos yacen únicamente una ó más de las formaciones paleozóicas, mientras que en muchas comarcas descansan inmediatamente sobre las rocas arcáicas formaciones de las Eras secundaria ó terciaria, faltando por completo las intermedias de la serie. Semejantes irregularidades se deben á que no todas las partes de la superficie terrestre se hallaron á niveles á propósito para recibir depósitos, ó bien á que, después de formados éstos, desaparecieron bajo la acción de la erosión. En efecto, algunas de las rocas más antiguas que se levantan hoy desnudas sobre la superficie, nunca estuvieron cubiertas, al parecer, por las aguas; otras, que al principio se hallaban en seco, fueron sumergidas después durante un período más ó menos largo, y recibieron nuevos sedimentos, elevándose posteriormente con su carga, si es que no bajo el nivel del Océano; y de aquí, como dijimos antes, el hecho, á primera vista tan singular, de que en muchas regiones del globo se encuentren fósiles de organismos marinos á grandes elevaciones hasta 5.000 y 6.000 metros sobre dicho nivel.

Para el objeto que nos proponemos, basta el bosquejo general que acabamos de trazar, y pasaremos, por lo tanto, á la consideración de las rocas que se utilizan en las artes é industrias, y son objeto de una explotación más ó menos sistemática.

Decimos «rocas» y no «minerales» ó «fósiles,» porque no nos ocuparemos, por el pronto, de la extracción de ciertos productos aislados que persigue el minero, sino de los materiales que constituyen la masa misma de la costra terrestre; de lo que vulgarmente se llama «piedra» y utiliza el hombre para diversos fines.

IMPORTANCIA DE LAS ROCAS

Los productos de las canteras no suelen apreciarse tanto como los minerales metálicos, las sales y los carbones que el minero extrae de la tierra; y, sin embargo, no son menos importantes para la conservación y el desarrollo de la sociedad humana. No sólo proporcionan al escultor el material necesario para dar cuerpo á las imágenes que su fantasía crea, sino que, faltando semejantes produc-

tos, hubiera tenido la arquitectura escaso desarrollo. En muchas comarcas tendrían casi que contentarse las gentes con la tienda, la choza ó la casita de madera, y sólo alcanzarían los edificios proporciones mayores y más artísticas allí donde la naturaleza del terreno permitiera la fabricación de adobes ó ladrillos. Por consiguiente, aunque las piedras comunes no tienen, al parecer, el valor de otros productos naturales, su importancia para la civilización no es ciertamente inferior á la de éstos.

Las piedras se emplean principalmente en la construcción y el decorado de edificios de diversas clases, y son susceptibles de clasificación, según que se utilicen directamente en su estado natural, sin labrar, ó después de labradas con más ó menos esmero, ó bien según que se sometan á una preparación especial que modifique su estado y propiedades. La piedra caliza, por ejemplo, con la que se hace el mortero ó mezcla, tiene que quemarse primero, y lo propio sucede con el yeso; la arcilla que se emplea en la fabricación de los ladrillos tiene que someterse también á diversas manipulaciones.

La facilidad con que se obtienen hoy efectos artísticos mediante el empleo de materias plásticas en la formación de piedras artificiales, nos ha llevado á despreciar en gran manera los productos naturales, tan hermosos, que los pueblos antiguos empleaban principalmente en la decoración de sus monumentos; la labra de las piedras silíceas duras, como el pórfido, el granito, el basalto, etc., no se practica ya hoy, ni con mucho, en la escala que revelan las obras maravillosas de la antigüedad; basta, para comprenderlo así, recordar los antiguos templos y pirámides, los obeliscos, sarcófagos, estatuas innumerables, etc., compuestos muchas veces de monolitos enormes, primorosamente labrados y pulimentados, que no tienen iguales en la arquitectura moderna. El arte de pulimentar el pórfido no se ejerció durante toda la Edad Media hasta fines del siglo XIV, cuando renació en Italia al amparo de los Médicis, que también dieron nuevo impulso á los trabajos en mosaico.

Las maneras de construir y las formas arquitectónicas que se han desarrollado en diferentes países, dependieron en gran parte de la naturaleza de las piedras que en los mismos se encontraban. Egipto es el país del granito, la sienita, etc., y las dificultades que ofrecía la talla de materiales tan duros fué una de las causas principales, en dicho país, de la construcción tan maciza y de los lienzos pulimentados; no había que pensar en un ornamentación ligera y airosa. Grecia, en cambio, tenía preciosos mármoles, fáciles de labrar y que se prestaban admirablemente á la escultura, que desempeñó un papel tan importante en sus obras arquitectónicas. También Italia tiene mármoles, y cerca de Roma se encuentra la puzzolana, que da tan excelente mortero, y la travertina, de labra tan fácil; de modo que no es de extrañar el desarrollo que allí tuvieron ciertos modos de construir, especialmente el arco y la bóveda. Si Europa no ofreciera al arquitecto piedras más blandas que el granito, no contemplaríamos

hoy nuestras preciosas obras góticas; los decorados fantásticos de la arquitectura árabe se deben en gran parte á la existencia de la tufa caliza y del yeso. Génova se llama todavía la ciudad de mármol, gracias á la proximidad de las célebres canteras de Carrara; París se halla construído en gran parte con una caliza blanda, de agua dulce, que se extrae en sus inmediaciones; Madrid ha utilizado mucho el granito ó piedra berroqueña de la sierra de Guadarrama, mientras que Londres se ha construído principalmente con ladrillos, formados con la plástica arcilla de su propio suelo.

HERRAMIENTAS Y TRABAJOS DEL CANTERO

Las rocas útiles se encuentran á veces en la superficie de la tierra en disposición de poderse aprovechar sin dificultad; pero, por regla general, aun allí donde sus masas se presentan á la vista, supone su extracción trabajos más ó menos considerables, que varían bastante según la naturaleza de las rocas. Las herramientas que al efecto se emplean hoy, son esencialmente iguales á las que se usan desde tiempo inmemorial, por más que su hechura se haya perfeccionado. Los antiguos indios, egipcios y griegos empleaban picos, punterolas, cuñas, mazas y barrones más ó menos parecidos á los nuestros. Desde el siglo XIV se agregó á estos útiles la barrena, con la cual se practican en la roca agujeros profundos para la recepción de la pólvora de mina, y en los últimos tiempos se ha aplicado el diamante con el mismo objeto. Los pueblos que, como los antiguos mejicanos y peruanos, no conocieron el hierro y el acero, emplearon en la labra de la piedra herramientas de cobre ó bronce.

La fig. 2 representa las herramientas más comunes del cantero moderno, que se diferencian poco de las del minero: *a* y *b* reproducen dos formas de pala y rastro de las diversas clases empleadas para apartar la tierra vegetal, arena y casquijo, que estorban en la operación de extraer la piedra, y *c*, *d* y *e*, diferentes picos, sencillos y dobles, que se manejan con ambas manos y consisten en un hierro más ó menos largo y pesado, puntiagudo y acerado, fijo mediante un ojo al extremo de un mango. El pico se emplea para la extracción de piedras blandas, pizarras, etc., y según la naturaleza de éstas suele variar la forma de su hierro, encontrando también aplicación el zapapico, cuya hoja se desarrolla por un lado en forma de azada. Aunque en ciertos casos pueden sacarse con el pico buenos trozos de piedra, de forma irregular, útiles para las obras de mampostería, dicha herramienta se usa comúnmente, y tratándose de rocas de relativa blandura, para aislar los sillares ó bloques mayores, excavando en sus lados ó por encima ó debajo de ellos, cortes estrechos, que facilitan el manejo del barrón. En determinados casos se emplea al efecto un pico de hierro largo y estrecho, llamado *regadera*, ó bien una barrà de regar *(k)* con la que pueden

abrirse cortes más profundos; esta herramienta suele usarse como indica la figura 3. En la explotación de la hulla es muy común la excavación llamada de regadera, empleándose para ella, además de los útiles nombrados, las máquinas de regar, de que hablaremos más adelante.

La excavación de las rocas más duras supone herramientas distintas de las precedentes, entre ellas el martillo y la punterola, que son en realidad más propias del minero que del cantero; pero como todos los útiles de que hablamos se aplican también en la minería propiamente dicha, su descripción en este lugar nos ahorrará luego repeticiones. La punterola consiste en un trozo de una barra de acero, con punta en un extremo, y sirve para desprender piedras relativamente pequeñas ó derribar trozos mayores, socavados previamente con el pico, á cuyos efectos se apoya la punta contra la roca, asiendo el instrumento con la mano izquierda, mientras se golpea con un martillo; como la punta se desgasta pronto, el operario suele llevar consigo varias punterolas aguzadas, ensartadas en varillas de hierro para su más cómodo transporte, como indica la fig. 2 *m*; provistas así de un ojo, las punterolas se emplean en algunas comarcas fijas á un mango (véase *f*), mediante el cual se

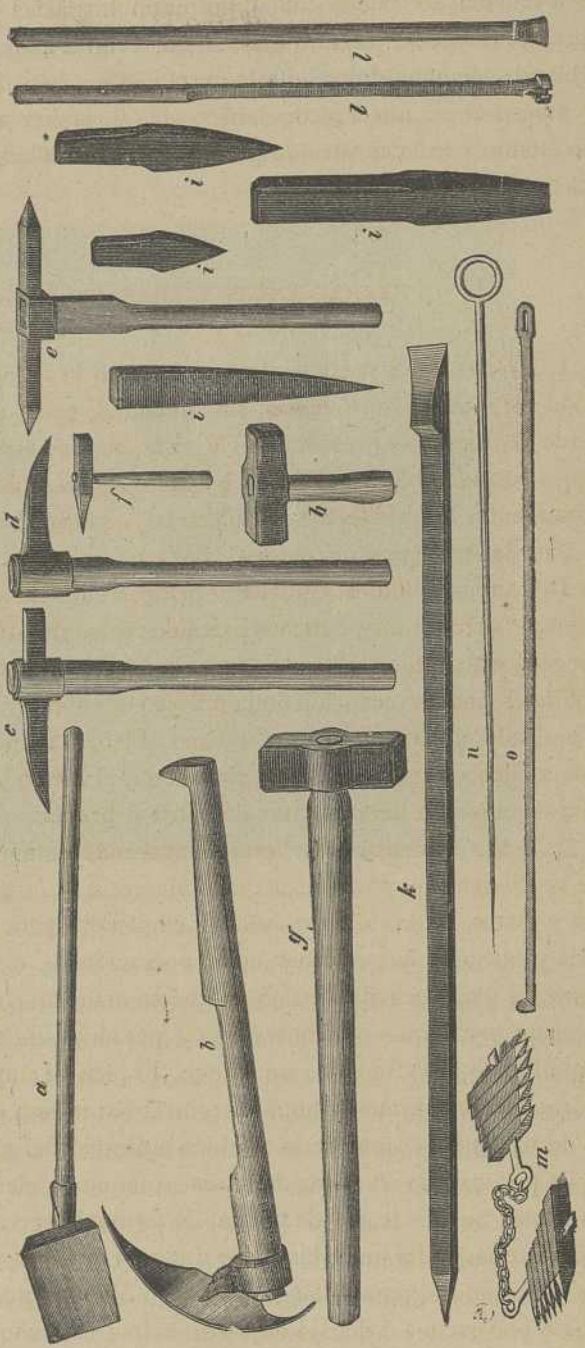


Fig. 2.—Herramientas del cantero.

sostienen mejor cuando son cortas. El martillo correspondiente se halla representado por *h*. Con la punterola suelen abrirse también las ranuras destinadas á la recepción de las cuñas (*i i*), por cuyo medio se pueden desprender grandes bloques de piedra, hincándolas en fila, á intervalos cortos, y haciéndolas penetrar sucesivamente mediante la maza *g*.

Después de poner al descubierto la roca viva, apartando la capa terrosa ó de piedras menudas que suele cubrirla y es producto de su propia descomposi-



FIG. 3.—Trabajo con el pico ó regadera.

ción superficial, procede el cantero á reconocer su estructura y dureza, pues de ambas condiciones dependen los procedimientos que convenga seguir para la extracción. La mayor parte de las rocas que se explotan se presentan en capas más ó menos definidas, ó su masa se halla cuarteada ó dividida por los llamados planos de crucero; estas junturas irregulares, lo mismo que las más uniformes de la estratificación, facilitan de un modo notable la separación de los bloques de piedra, y determinan hasta cierto punto el modo de abrir la cantera y la excavación ulterior, pues su inclinación, combinada con el peso mismo de los bloques, contribuye naturalmente á aligerar los trabajos de arranque.

Tratándose de rocas estratificadas, esto es, de las que yacen en capas superpuestas, se arrancan comúnmente por medio del pico ó la barra de regar, con cuyas herramientas se dividen las capas en bloques de la longitud deseada, que se separan luego mediante cuñas, las cuales se introducen á intervalos iguales

en la ranura abierta con el pico ó regadera, y si son de hierro se golpean sucesivamente con la maza hasta que la piedra se hiende en la dirección señalada. También se emplean cuñas de madera, á cuyo efecto practica el cantero con la barrena (fig. 2, *i*) ó un taladro mecánico, ó una serie de barrenos ó agujeros de unos tres centímetros de diámetro y de 30 á 60 de profundidad, separados por espacios de 10 centímetros; estos barrenos se rellenan con cilindros torneados de madera perfectamente seca, que además se hienden y acuñan después de colocados; entonces se mojan con agua, que absorbe pronto la madera seca, é hinchándose ésta, se abre la piedra en la línea marcada por los barrenos. El mismo efecto se consigue sin agua por medio de cilindros de madera taladrados en su centro, y en los cuales se introducen tornillos cónicos de acero, que se aprietan poco á poco mediante una palanca.

Muchas rocas compactas y duras ofrecen demasiada resistencia para que puedan separarse sus bloques por los medios referidos, en cuyo caso es preciso apelar á la pólvora ú otras materias explosivas. Para ello procede el cantero, lo mismo que el minero, barrenando la roca, ó sea practicando en los puntos más convenientes barrenos ó agujeros más ó menos profundos, destinados á la recepción de dichas materias, cuya explosión hiende ó quebranta la masa pétrea. La figura 2 *l l* representa dos barrenas de forma ó boca distinta, siendo la de la derecha la que se emplea generalmente en las canteras y en las minas. Es sencillamente una barra de acero, de sección redonda ú ochavada, con corte ó boca aplanada y ligeramente convexa, variando su longitud y grueso según las dimensiones del barreno que se trata de abrir; el minero emplea, por regla general, barrenas de cuarenta centímetros á un metro de largo, con boca de tres á cuatro centímetros de ancho, que hace penetrar en la roca mediante un martillo pesado ó una maza (fig. 2 *g h*, y fig. 4), volviendo el corte en el barreno á cada golpe: el cantero sigue también este método con las rocas más duras, barrenando solo (fig. 4) ó con la ayuda de uno ó más peones, que golpean la barrena mientras él la guía; pero en muchos casos emplea una barrena más gruesa y larga, hasta de dos metros, que maneja con ambas manos, levantándola y dejándola caer alternativamente de punta, produciendo el peso de la herramienta el mismo efecto que el golpe de la maza sobre la barrena más ligera. Bajo la acción de la barrena se tritura la roca, y para que el polvo no se acumule en el fondo del agujero, se tiene éste constantemente lleno de agua, cuya salida se evita tapando el orificio con un disco de cuero ó cosa semejante, á través del cual pasa la barrena; de este modo se mezcla el polvo con el agua, formando un légamo ó barro que se extrae de cuando en cuando con la llamada cuchara (fig. 2, *o*). Cuando el barreno ha alcanzado la profundidad deseada, de 60 á 120 centímetros, se limpia y seca lo mejor posible, y seguidamente se procede á cargarlo.

Esta operación varía según que se emplea la pólvora ó la dinamita: tra-

tándose de la primera (fig. 5), se introduce hasta el fondo del barreno la cantidad necesaria, en un cartucho de papel impregnado de aceite, después de unir al mismo, atándolo con un bramante, un pedazo de la llamada mecha de seguridad, algo más largo que el barreno; luego se procede á cegar éste, llenándolo de arcilla ó tierra libre de cuarzo, para evitar la producción de chispas al ser comprimido con el atacador, que es una vara de hierro muy blando, y se golpea al efecto con el martillo. Antes de la invención de la mecha de seguridad se empleaban cañas delgadas de trigo, cebada, etc., rellenas con masa de pólvora,



FIG. 4.—Modo de barrenar la roca.

que se introducían en el barreno después de atacarlo, reservando el agujero necesario por medio de una aguja de cobre (fig. 2, *n*); pero este método ha caído ya en desuso. Cuando se emplea la dinamita en lugar de la pólvora común, se introduce en ella un extremo de la mecha de seguridad, provisto de una cápsula fulminante, y después de sujetar con bramante la mecha al borde superior del cartucho, se baja éste al fondo del barreno, que se ciega entonces con tierra ó arena suelta, sin atacarla, ó bien con agua simplemente, pues la explosión de la dinamita es tan instantánea, que la firmeza ó compresión del relleno no tiene objeto. En uno y otro caso se prende el barreno encendiendo el extremo libre de la mecha, en la cual se propaga el fuego con la lentitud suficiente para que el operario pueda ponerse á salvo de la explosión, que se realiza pocos momentos después, abriéndose ó quebrantándose la roca en virtud de la expansión de los gases producidos por la combustión de la materia explosible. En cuanto á la cantidad de ésta necesaria para un barreno, el cantero experimentado sabe gra-

duarla de modo que la roca no resulte triturada en pequeños trozos, sino solamente dividida en bloques, que luego separa con el barrón.

En canteras muy extensas, donde la pega irregular de barrenos aislados interrumpiría mucho los trabajos, se disponen éstos de manera que puedan prenderse muchos de aquéllos simultáneamente por medio de la electricidad, sistema que también se aplica en algunas minas, y que tan buenos resultados produce debajo del agua y en operaciones militares. Se emplean al efecto fuertes baterías galvánicas ó máquinas eléctricas de fricción, cuyos alambres se ponen en comunicación con la carga de cada barreno y producen la explosión de todos en un momento dado. Los profundos cortes de ferrocarril inmediatos á Douvres (Inglaterra) se excavaron de semejante modo, abriendo estrechas galerías en la creta á diferentes niveles y formando en sus extremos grandes huecos, que se llenaron con pólvora y pusieron en comunicación con una batería galvánica, amurallando al mismo tiempo las galerías. Pero la obra más considerable de esta clase fué la voladura de los bancos de roca submarinos que estorbaban la entrada de la bahía de Nueva York, haciendo á veces peligrosa la navegación, y que se llevó á cabo en 1876, después de dieciséis años de trabajos preparatorios; la extensión del terreno minado debajo del agua era de 8,50 hectáreas, desarrollándose las galerías excavadas en una longitud total de 2.500 metros; como materia explosiva se empleó la nitroglicerina.

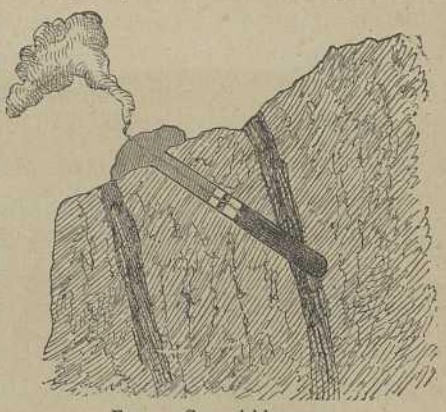


FIG. 5 —Carga del barreno.

De treinta años á esta parte, y en vista más especialmente de la construcción de túneles, se ha dedicado atención preferente á la excavación de rocas, sustituyendo el trabajo manual, necesariamente lento, con el mecánico, é inventándose para ello un sinnúmero de aparatos, siendo los primeros las máquinas perforadoras del inglés *Bartlett* (1855) y del alemán *Schumann* (1856), destinadas á las labores mineras.

Tratándose de túneles de gran longitud, el trabajo manual era un grave obstáculo, y por esto quedaron los Alpes tanto tiempo sin perforar. Desde el año 1832 veníase hablando de la perforación del monte Cenis, no en vista de la construcción de una línea férrea, sino sólo de una carretera, y en 1844 Martinet, diputado por Cerdeña, volvió á estudiar este proyecto; pero reconoció la inutilidad de emprenderlo, puesto que, como decía, aunque trabajaran continuamente diez hombres en cada extremo del túnel, tardaría éste cincuenta y tres años en abrirse. Más tarde, en 1857, y en vista de la proposición de los ingenieros Sommeiller, Grandis y Grattoni, se trató seriamente de la perforación de

la montaña para establecer la comunicación directa, por ferrocarril, entre Lyon y Turín; en el primer tomo de esta obra, al tratar de los túneles, hemos referido cómo se llevó á feliz término, reservándonos hablar más en especial de la maquinaria empleada.

Las primeras perforadoras mecánicas y compresoras del aire ideadas por dichos ingenieros, se construyeron en Seraing (Bélgica) por Dubois y François, y se montaron en el extremo italiano del túnel. Las aguas que se precipitan desde las alturas alpinas y forman más abajo el riachuelo Bardonnecchia, se recogieron en grandes depósitos, situados á gran elevación, desde los que bajaban por tubos de hierro á los compresores, que consistían en diez aparatos á manera de calderas de vapor, combinados cada uno con un tubo de 50 metros de alto por 60 centímetros de diámetro, en comunicación directa con el conducto principal del agua, y un mecanismo de válvulas destinado á la entrada del aire y la salida del agua usada. La presión de tan elevadas columnas de agua comprimía el aire hasta cinco atmósferas, y en este estado era conducido por tubos de 20 á 25 centímetros de diámetro hasta las perforadoras en el interior del túnel, y no sólo ponía en movimiento estas máquinas, sino que, después de servir como motor, renovaba el aire corrompido por los gases de la pólvora y la respiración de los operarios. En Modane, ó sea el extremo francés del túnel, estableciéronse al principio compresores iguales á los descritos; mas no pudiéndose disponer de agua suficiente, se sustituyeron más tarde por verdaderas bombas compresoras, movidas por las ruedas hidráulicas que hemos descrito en el tomo II de esta obra (pág. 243, fig. 142.)

La perforadora de *Sommeiller* consistía esencialmente en un pequeño cilindro, provisto de una corredera para dar entrada y salida al aire comprimido, y cuyo émbolo, prolongado fuera del cilindro, sostenía la barrena de acero, que daba, por lo tanto, el mismo número de golpes que el émbolo, esto es, unos 200 por minuto, mientras que un mecanismo especial determinaba cada vez una pequeña vuelta de la misma, necesaria para que su corte triturara la roca. Semejantes maquinitas, en número de ocho, se fijaban en las posiciones deseadas en un armazón de hierro (fig. 6), montado sobre ruedas y carriles, y se ponían en comunicación mediante tubos flexibles, con depósitos de hierro, fijos también á un carro, que recibían el aire de los compresores situados á la entrada del túnel. De esta manera se practicaban en el fondo ó frente de la galería, ó sea en una superficie de unos seis metros cuadrados, cuatro barrenos centrales de siete centímetros de diámetro por 60 de hondo, y de 70 á 80 de la mitad de ese diámetro; operación que duraba próximamente seis horas, incluso el cambio de las barrenas usadas, el ajuste de las máquinas y demás trabajos accesorios. Entonces se hacían retroceder el carro de las máquinas y los depósitos á unos cien metros del frente, resguardándolos además por medio de sólidos tableros, y se procedía á la carga y pega de los barrenos, salvo los cuatro más anchos del

centro, que sólo servían para facilitar la hendidura de la roca; la materia explosiva empleada era la pólvora, pues la nitroglicerina no se conocía industrialmente antes de 1863, y la dinamita empezó á fabricarse cuando tocaba el túnel del Cenis á su término. La carga y pega de los 70 á 80 barrenos y la extracción de los escombros resultantes de su explosión, duraban seis horas, de modo que la perforación propiamente dicha sólo tenía lugar durante doce horas de las veinticuatro, pegándose dos tandas de barrenos y avanzando la obra de 1,50 á 2 metros. Sin embargo, el túnel se concluyó mucho antes de lo que se espe-

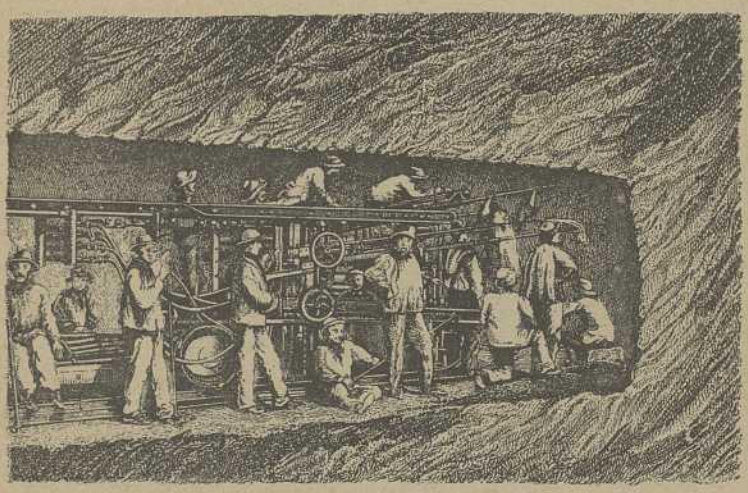


FIG. 6.—Perforadora de Sommeiller, en el túnel del monte Cenis.

raba al principio, y el resultado dió lugar á empresas más considerables aún.

El túnel del San Gotardo, cuya longitud es casi de 15 kilómetros, esto es, 2.700 metros más que la del Cenis, se perforó en siete años y medio, aunque, como dijimos en otra parte de esta obra (tomo I) la terminación se retrasó algo por circunstancias imposibles de prever. Se emplearon en él compresores perfeccionados de *Colladon*, montándose al principio en cada extremo del túnel cinco de ellos, con ocho cilindros cada uno; en 1874 se añadió un cilindro á cada compresor, y dos años más tarde se montaron en cada extremo otros dos aparatos de dos cilindros. Las turbinas correspondientes, movidas por agua, desarrollaban cada una 3,25 caballos de fuerza, comprimiendo en cada minuto cinco metros cúbicos de aire hasta ocho atmósferas. Además de dichos compresores se establecieron dos depósitos de reserva, de una capacidad de 100 metros cúbicos, en los cuales se guardaba aire comprimido á 14 atmósferas. En el extremo Norte se aprovechaban las aguas del Reuss, con una caída de 80 metros, mientras que al Sur del túnel se utilizaban las aguas del Trémola. Varias fueron las perforadoras empleadas; la de *Dubois* y *François* dió mejores resultados que

la de Sommeiller, pero merece citarse con preferencia á todas la de *Ferroux*, que sólo pesa 180 kilogramos, al paso que la otra pesa 260, y que, con una presión de seis atmósferas y 300 golpes, hace penetrar la barrena en la roca á razón de seis centímetros por minuto. Seis de estas máquinas se hallaban montadas sobre un armazón movible, y el conjunto, que reproduce la fig. 7, pesaba unos 5.000 kilogramos. En 1880, el número de operarios relacionados con las obras interiores y exteriores del San Gotardo se elevó á 2.781 en Diciembre, y 3.405 en Junio; dentro del túnel estaban ocupados, por término medio, 850 hombres y 52 caballos. La temperatura en el interior era de 29 á 31 grados;

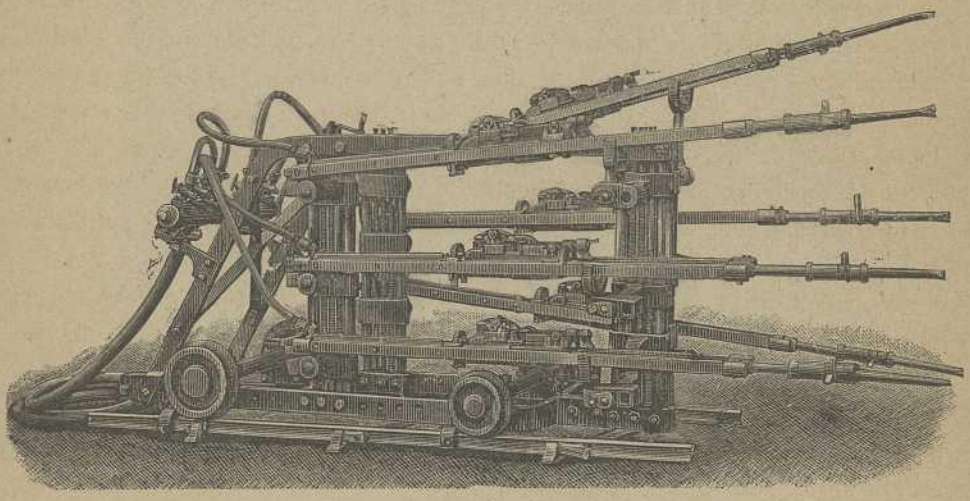


Fig. 7.—Perforadora de Ferroux, en el túnel del San Gotardo.

ardían 830 lámparas, y se consumían diariamente 360 kilogramos de dinamita, dando lugar al establecimiento de una fábrica de esta materia en Iselten. La roca que atraviesa el túnel es principalmente gneis, interrumpido en algunos puntos por roca hornbléndica, serpentina y esquisto micáceo.

El túnel proyectado á través del Simplón tendrá una longitud de 18.507 metros, extendiéndose desde Brieg, en Suiza, á 711 metros sobre el mar, hasta Iselle, en Italia, que se halla á una elevación de 687 metros. Si además llegara á realizarse la perforación del Mont Blanc, entre Chamonix y Courmayeux, tendríamos un túnel de 19.270 metros.

Además de las perforadoras que, como las ya referidas y varias de menor importancia, obran por golpe, se han inventado otras, basadas en el principio de la rotación de la barrena, oprimida continuamente contra la roca. Algunas, como las de *Lisbet*, *Hagau*, *Richards* y *Abegg*, se mueven á mano mediante un manubrio, y se emplean bastante en minas y canteras donde las rocas son relativamente blandas; la máquina de mano de *Stanek y Reska* se presta

especialmente para taladrar rocas de diferente dureza. Pero en las obras de mayor consideración se aplican hoy con gran ventaja las perforadoras giratorias movidas por la presión hidráulica. Algunas de estas máquinas, como la de *Beaumont*, empleada en las minas de Ríotinto, tienen barrenas tubulares cuya boca circular está provista de diamantes; pero el sistema más perfecto es el de *Brandt*, basado también en el empleo de la fuerza hidráulica, aunque con barrenas terminadas por un anillo cónico de acero con cinco dientes chatos que, oprimido con fuerza contra el fondo del barreno, gira lentamente, desgastando la roca. Esta máquina ha dado resultados sorprendentes en la perforación de túneles como los de Sonnstein y del Arlberg, en los Alpes, así como otro que atraviesa el duro pórfido de la selva de Turingia; y se han aplicado también en diferentes minas, entre otras las de Águilas, en la provincia de Murcia; trabaja bajo una presión de 80 á 159 atmósferas, girando la barrena á razón de 8 á 10 revoluciones por minuto, y en la caliza dolomítica compacta de los Alpes abre barrenos de ocho centímetros de diámetro, avanzando un túnel de cinco metros cuadrados de frente, á razón de dos á tres metros cuadrados cada veinticuatro horas.

Volviendo á las canteras, cuya excavación tiene ante todo por objeto el aprovechamiento de las rocas, y no su destrucción como en los túneles, los trabajos se practican en gran número de casos á cielo abierto; pero allí donde la piedra aprovechable se presenta en capas relativamente delgadas, bajo grandes macizos de otra roca inútil y que no tendría cuenta excavar, se abren canteras subterráneas, en que se penetra por medio de pozos inclinados ó galerías. A medida que se extrae la piedra y se ensanchan los huecos, van dejándose de trecho en trecho pilares naturales, para evitar el hundimiento de la roca superior; de modo que, al cabo de cierto tiempo, ofrecen semejantes canteras el aspecto de inmensas salas cuyo techo se halla sostenido por numerosas columnas.

Sin hablar de los templos y sepulcros subterráneos de los antiguos egipcios y pueblos orientales, que se excavaron de dicho modo, aunque sin la ayuda de materias explosivas, los griegos tenían extensas canteras bajo tierra, en Paros y Tinos, de donde sacaban sus mármoles más finos; y lo propio sucedía con los romanos, que abrieron, entre otras, las célebres canteras del Petersberg, cerca de Mastricht, en el Limburgo holandés, que se explotan todavía con gran actividad y constituyen un verdadero laberinto de galerías, separadas por pilastras naturales. Cerca de París existen también extensas canteras subterráneas que hoy se utilizan para el cultivo en grande escala de las setas; y sabido es que debajo de dicha ciudad se extienden las llamadas «catacumbas,» antiguas canteras á que se trasladaron en 1786 los huesos humanos procedentes de varios cementerios abandonados (véase tomo I, fig. 296). La opinión según la cual las catacumbas ó antiguos cementerios subterráneos de Roma, Nápoles, Sicilia, Melos, Alejandría, etc., fueron en su origen canteras, es, por regla general, errónea; sólo

en casos excepcionales hanse convertido las obras de esa índole en lugares de sepultura.

Hechas estas consideraciones generales, entremos ahora en algunos pormenores respecto de las diferentes rocas útiles, y los modos especiales de extraerlas.

LAS ROCAS ÚTILES Y SU EXPLOTACIÓN

Según lo expuesto en las páginas que preceden, las diversas rocas que constituyen la costra terrestre se formaron de varias maneras, en diferentes edades, y, lo que más hace al caso presente, tienen distintas propiedades. Con arreglo á éstas, es decir, á su color ó jaspeado, su dureza y resistencia ante las influencias atmosféricas, su composición química, estructura, etc., se prestan á empleos diversos, en la construcción, la escultura y varias industrias. Pero no sólo las propiedades físicas ó químicas de una roca, sino también su abundancia, puede determinar el uso á que se destina; en las inmediaciones de grandes canteras de mármol, por ejemplo, se construyen cuadras con piezas que en puntos lejanos pagaría el escultor á muy buen precio; de aquí que no sea posible establecer una clasificación rigurosa de las diferentes rocas, en piedras de construcción, artísticas é industriales.

Según las circunstancias, se emplean en la construcción todas las rocas que se encuentran á mano, salvo las que son demasiado difíciles de labrar ó no ofrecen la resistencia suficiente. Entre las rocas macizas de origen plutónico y eruptivo podemos citar el granito, pórfido, sienita, diorita, diabasa, gabbro, basalto, melafido, fonolita, traquita, lava y tufa; mientras que las principales piedras de construcción de origen sedimentario y que se presentan en capas, son las areniscas y las calizas, incluso el mármol y la dolomia; en algunas localidades, en que falta un material más á propósito, se aprovechan el gneis, la pizarra, ciertos esquistos cristalinos y la cuarcita.

Las rocas que en virtud de su color y jaspeado, y el pulimento de que son susceptibles, se prestan más especialmente á la escultura y obras de adorno, son los mármoles blancos y de color, el pórfido, la sienita, diorita, serpentina, el alabastro y otras menos importantes; mientras que el basalto, melafido, pórfido, la diorita y también la fonolita, son los materiales más á propósito, por su consistencia, para la construcción y adoquinado de las vías públicas. Merced á la facilidad con que se dividen en planchas más ó menos delgadas ciertas piedras, como la caliza litográfica, la pizarra y algunas areniscas, se prestan admirablemente á la formación de tableros y losas. La piedra ollar se adapta muy bien, como indica su nombre, á la formación de ollas y hornillas. El empleo de ciertas calizas para formación de morteros y cementos se debe á sus propiedades químicas; lo propio sucede respecto del yeso, las margas, la estroncianita, la fos-

forita y tantas otras piedras que encuentran las aplicaciones más diversas en diferentes ramos de la industria y la economía.

Consideremos, pues, desde luego las rocas útiles más importantes, prescindiendo por completo de su valor puramente petrográfico y geológico ó científico.

Parece singular, pero no deja de ser un hecho, que las diferentes rocas se componen de un número relativamente corto de minerales; siempre se repiten las mismas combinaciones características, asociadas, ora de una manera, ora de otra, llevando casualmente elementos secundarios; rara vez se compone una roca determinada de más de tres ó cuatro de los minerales comunes. Los principales son el feldespato en sus diferentes variedades, el cuarzo, dos especies de mica, la hornblenda y la augita; preséntanse en segundo término la nefelina, la leucita, el granate, la serpentina y la olivina; y, por último, un número muy corto de minerales raros, como diálaga, hiperstena, turmalina, etc., no se encuentran más que en determinadas especies de rocas.

El *granito*, que constituye, al parecer, una parte considerable de las costra terrestre, se compone de cuarzo, feldespato y mica, en partículas de tamaño bastante uniforme, que constituyen una mezcla cristalina granulosa; el feldespato es generalmente blanco ó de color rojizo; la mica se presenta en forma de hojuelas brillantes negras, ó pardo-oscuras, y el cuarzo, en la de una especie de pasta ó magma que envuelve los minerales dichos, siendo de color blanco-gris ó pardusco. Donde quiera que se presenta el granito, constituye enormes masas, sin señal de estratificación, por lo mismo que, según todas probabilidades, tiene un origen ígneo, es decir, que se hallaba primitivamente en estado fundido ó semifluido, y se elevó á través de la costra ya consolidada, rellenando las hendeduras de la misma, por cuya razón aparece tantas veces en forma de filones, y llegando también hasta la superficie, sobre la que se extravasó, formando macizos más ó menos gruesos y extensos. Merced á la erosión que éstos han sufrido en la mayoría de los casos, las comarcas donde se presentan se hallan generalmente cubiertas de bloques aislados de granito de todas las dimensiones, de modo que el aprovechamiento de la piedra que nos ocupa reclama más bien el trabajo del picapedrero que el del cantero propiamente dicho. En algunas regiones donde el granito no forma parte del terreno, como en las laderas puramente calizas del Jura y las llanuras del Norte de Alemania, se encuentran esparcidos grandes bloques de él, que fueron transportados á las mismas por los hielos de la época glacial, y hoy se aprovechan para la construcción. La fig. 8 representa uno de estos bloques, llamados erráticos, y que es célebre por su tamaño; se encuentra cerca de Monthey, en el cantón de Valais (Suiza), y encima de él se ha construído una casa y plantado un jardín.

Merced á su estructura uniforme, su dureza y su durabilidad, el granito que se encuentra en España, en Galicia, Extremadura, Toledo, las sierras de Guada-

rrama, Morena y otras partes, es un material de construcción excelente; las variedades de grano más irregular, que suelen ostentar hermosos colores, se adaptan tanto mejor á las obras decorativas, cuanto que el granito es susceptible de bastante pulimento. Para partir los bloques naturales y reducirlos al tamaño que se desea, se aplica el método antes referido de las cuñas, empleando, ora las de hierro, ora las de madera; el picapedrero desbasta y labra después las piezas.

El *gneis* se compone de los mismos minerales que el granito, del que se diferencia notablemente por su estructura hojosa ó escamosa, debida á la posi-

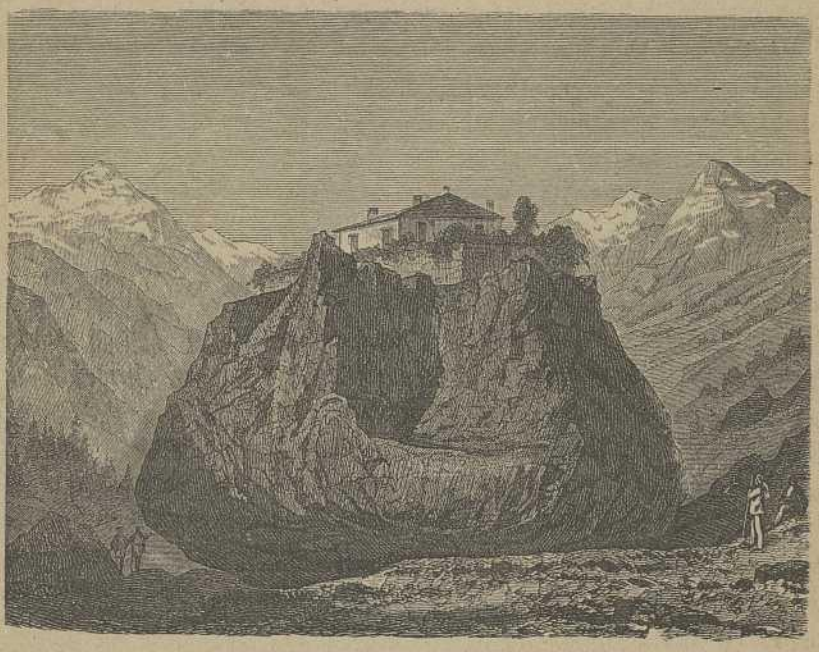


FIG. 8.—Bloque errático de granito en Monthey (Suiza.)

ción paralela de las laminitas de mica diseminadas en su masa; es susceptible, por lo mismo, de dividirse en losas irregulares, que en algunas partes se emplean en la construcción; pero no puede labrarse finamente, ni mucho menos pulimentarse: tal sucede en España, por ejemplo, en diferentes pueblos de la sierra de Guadarrama.

La *sienita* es una roca cristalino-granulosa que se parece mucho más al granito que el gneis, y, sin embargo, su composición es muy distinta, pues aunque contiene feldespato de la misma variedad que el del granito común, es mezclado con hornblenda en lugar de mica, y falta por completo el cuarzo. La hornblenda le presta un color verdoso oscuro ó negruzco, y sus variedades de grano fino y uniforme se aprecian para obras decorativas. El nombre de *sienita* proviene de la ciudad de Syene (hoy Assuán), en la frontera de Egipto y Nubia,

donde la explotaban los antiguos egipcios; se encuentra también en otros países.

La *diorita* se compone asimismo de feldespato y hornblenda, de cuyos minerales, el primero es una variedad distinta de la que se presenta en la sienita, y el segundo predomina á veces tanto, que la roca aparece enteramente negra ó de un verde oscuro. La diorita es una piedra muy resistente y bastante difícil de labrar, á pesar de lo cual la emplearon los antiguos egipcios para sus estatuas colosales. La fig. 9 reproduce una de estas vetustas obras de arte, que representa al rey Chafra (Chephrén, de Herodoto) de la cuarta dinastía, fundador de la segunda pirámide de Gizeh, y que fué hallada al lado de otra estatua del mismo monarca, ejecutada en basalto.



Fig. 9.—Antigua estatua colosal egipcia, hecha de diorita.

Con la diorita suele confundirse la *diabasa*, roca que se compone esencialmente de feldespato y augita, en vez de hornblenda, siendo también de color verde oscuro ó negro. Otra roca que se presenta en compañía del granito, del gneis, etc., es el *gabbro*, un agregado cristalino de feldespato y diálaga, mineral este último que produce bonitos reflejos ó cambiantes de luz, por cuya razón se presta dicha piedra á las obras de adorno; se encuentra en Sierra Morena, cerca de Cazalla de la Sierra. La variedad de gabbro que contiene el hermoso mineral verde llamado esmaragdita, se traía de Córcega por los Médicis, labrándose en forma de losas que se pulimèntaban y con las que se revestían las paredes de los edificios. A los granitos, dioritas, diabasas y otras rocas macizas de estructura granulosa, se agregan las diversas variedades de *pórfidos*, que se componen esencialmente de los mismos minerales; empero lo que distingue á los pórfidos de las rocas antes mencionadas, es que los componentes se presentan en ellos en forma de cristales aislados, más ó menos perfectos, diseminados y como embutidos en una masa común de feldespato y cuarzo en diferentes proporciones, ó de feldespato solo, como indica la fig. 10. Según que predomine uno ú otro mineral, tienen colores diversos los pórfidos, variando su aspecto, y reciben también nom-

bres distintos; los más comunes son los pórfidos rojizos. Algunas variedades grises y negruzcas suelen denominarse *melafidos* (del griego *melas*, «negro,» «oscuro»), rocas que se explotaban en Europa antes más que hoy para extraer las amatistas, ágatas, calcedonias y piedras análogas que contiene su masa como elementos extraños, y que se importan actualmente en gran cantidad del Brasil y Africa. El llamado *pórfido arcilloso*, cuya masa feldespática es más ó menos descompuesta y se deja labrar fácilmente, se emplea bastante como material de construcción. El *pórfido cuarzoso*, ó *eurita*, que es más duro que el anterior y cuyo color varía bastante (encarnado, purpúreo, amarillo, azulado, gris, etcétera), el *diorítico* y otros análogos, son muy apreciados para obras artísticas, merced á sus hermosos colores y dibujos y al pulimento de que son susceptibles.

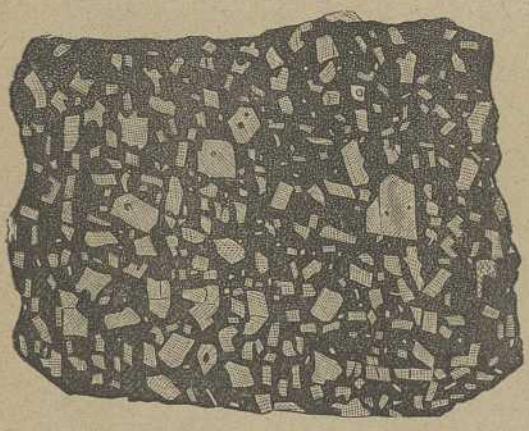


FIG. 10.—Pórfido diabásico.

El pórfido se empleó mucho en la antigüedad, aunque no siempre se aplicaba ese nombre á las piedras que hoy clasificamos como tales. El llamado *verde antico* por los artistas italianos es un *pórfido diabásico* (fig. 10), procedente de Morea (Grecia), y cuya masa verde encierra cristales oscuros de augita y otros blancos de feldespato; el denominado *rosso antico*, también muy apreciado, es un *pórfido hornbléndico*, que se encuentra en la costa occidental del mar Rojo, y en él se destacan sobre un fondo de hermoso color rojo, los grandes cristales de feldespato y los pequeños de hornblenda. Los montes Urales contienen pórfidos muy hermosos, que ya empleaban los antiguos bizantinos para los fustes de sus columnas y el revestimiento de las paredes de sus edificios; en Suecia y Noruega se encuentran otros de hermosura excepcional. En toda la extensa llanura del Norte de Alemania se hallan esparcidos muchos bloques de pórfido escandinavo, á veces de dimensiones considerables, con otros de igual tamaño de rocas distintas y de la misma procedencia, que fueron transportados á dicha región por los hielos durante la época glacial, hielos que se extendieron entonces desde Escandinavia hasta Sajonia y Silesia; la prueba incontrovertible de que dichos bloques proceden de Suecia y Noruega, nos la ofrece el hecho de no existir rocas parecidas en el Norte de Alemania, mientras que coinciden perfectamente, en todas sus particularidades petrográficas y químicas, con las que abundan en los citados países. Por lo demás, el transporte mediante el hielo no es una hipótesis, pues se puede observar en las regiones polares y tiene lugar constantemente en ciertos valles de los Alpes, donde bajan, arrastrándose lenta-

mente, los ríos de hielo llamados *glaciares*, cuya superficie se halla sembrada de bloques de piedra más ó menos grandes, que caen de las laderas vecinas. La fig. 11 es una vista parcial del glaciar del Aar, en los Alpes Berneses, y muestra, entre otros, un fenómeno frecuente, á saber, la protección que ofrecen algunos bloques contra los rayos del sol, que derriten la superficie expuesta del hielo dejando un pilar debajo de la piedra. En el extremo inferior de los glaciares, donde se derrite por completo el hielo, los bloques transportados por él



FIG. 11.—Transporte de bloques de roca por los «glaciares».

quedan amontonados sobre la tierra; de esta ó análoga manera fueron llevados, hace millones de años tal vez, desde Suecia á Alemania, y desde los Alpes al Jura, los numerosos bloques erráticos de pórfido y otras rocas de que acabamos de hablar, así como las enormes masas de granito referidas anteriormente al tratar de esta roca. Los pórfidos comunes se presentan en muchas partes; en nuestro país se encuentran el diabásico y el hornbléndico al Norte de la provincia de Sevilla, y el melafido en Almadén.

Entre las rocas volcánicas correspondientes á la Era terciaria, mencionaremos la *fonolita*, cuyo nombre recuerda el sonido metálico de la piedra fresca, que se compone esencialmente de feldespato (sanidina) y nefelina, y se emplea en las construcciones merced á la facilidad con que se divide en losas grandes y relativamente delgadas: se encuentra en varios puntos de las islas Canarias. Otro producto volcánico terciario y cuaternario es la *traquita*, que consiste

principalmente en feldespato (sanidina y plagioclasa); es blanca, gris perla ó rojiza, compacta, porosa ó porfídica, en cuyo último caso se destacan en su masa cristales aislados de diferentes minerales; como se puede labrar fácilmente y cortar con la sierra en sillares y losas de las dimensiones que se quieran, y tiene una resistencia extraordinaria ante las influencias atmosféricas, se emplea mucho en la construcción. Encuéntrase en España, cerca de Carboneras, en la sierra del Cabo de Gata.

El *basalto* es asimismo uno de esos productos volcánicos terciarios, aprove-

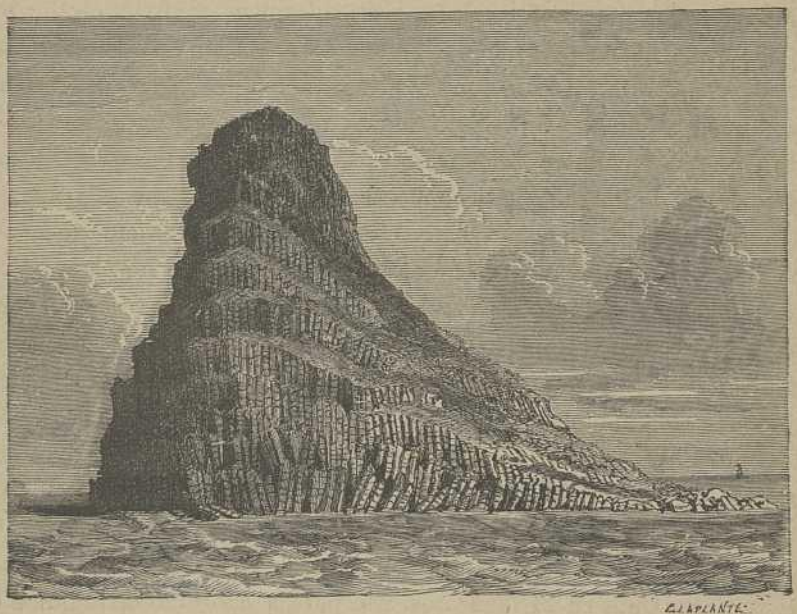


Fig. 12.—Formación basáltica de la isla de los Cíclopes.

chable en muchos casos para la construcción. Consiste esencialmente en feldespato (labradorita) y augita, que constituyen una masa, al parecer homogénea, de color gris negruzco ó negro, por lo general compacta, aunque también algo porosa, y que en no pocos casos encierra partículas verdes de olivina ó blancas de espato calizo, que le prestan una estructura porfídica. Al tiempo de enfriarse el basalto dividióse su masa en muchos casos, y bajo la influencia de la contracción, en grandes prismas ó columnas, hasta de tres metros de longitud, de sección poligonal, es decir, de cinco, seis ó siete lados, tan regulares y lisos que pueden utilizarse desde luego como pilares, peldaños, etc. Dicha estructura es, á veces, causa de efectos sumamente pintorescos, como en varias islas escocesas é irlandesas (fig. 12), en Nueva Zelandia y otras partes. Merced á la descomposición del basalto, aparecen divididas sus columnas en masas esferoidales, cuyos núcleos de piedra sana se aprovechan con frecuencia para el adoquinado

de las calles, á la vez que los residuos que resultan de la extracción del basalto en sus canteras constituyen un material inmejorable para la construcción de carreteras. Entre los innumerables puntos del globo donde se presentan los basaltos, mencionaremos algunos de nuestro territorio, como Galicia, entre Lázaro y Las Cruces, Ciudad Real y Puertollano, la Serranía de Cuenca, Olot, el Cabo de Gata, Vicar, en la provincia de Almería, las islas Canarias y las Filipinas.

Hablando de lavas, pues los basaltos no son otra cosa, debemos dedicar algunas palabras al *tras* y la *puzolana*, productos ambos terrosos de la descomposición de aquéllas, ó de las llamadas cenizas volcánicas (piedra pómez); contienen tanta alúmina y álcalis en combinación con ácido silíceo, que dan cementos hidráulicos cuando se mezclan con cal viva. El nombre de «tras» se aplica más especialmente á una masa gris amarillenta que contiene partículas de piedra pómez y que se explota en Andernach y Brohl (Prusia Renana), y el de «puzolana» se deriva de Puzzuoli, en el golfo de Nápoles, donde se presenta en gran cantidad; es de color gris amarillento ó blanco, y ha sido objeto de una explotación activa por parte de los antiguos griegos y romanos. Las lavas leucíticas de las inmediaciones de Roma (Pontemolle, Monte Porcia, Frascati) contienen masas de una ceniza volcánica rojiza de excelentes propiedades, que se explota en grande escala para emplearla en la fabricación del llamado «cemento romano» que se usaba antiguamente, como hoy, en las construcciones hidráulicas.

Hasta aquí hemos tratado de rocas puramente eruptivas, salvo, acaso, el gneis; pero existen otras no menos importantes para el arte y las industrias, y cuyo origen geológico es distinto, pues consisten, en su mayor parte, en rocas sedimentarias, es decir, que fueron depositadas por las aguas; si al considerarlas nos ocupamos en el lugar que nos parece oportuno de algunas que se formaron de diferente modo, ha de tenerse en cuenta que prescindimos, como indicamos al principio, de toda clasificación científica.

Calizas.—Las piedras que se comprenden bajo este nombre son, sin disputa, las más importantes de cuantas existen para la construcción. Compónense esencialmente de cal y ácido carbónico (carbonato de cal), á cuyas sustancias se agregan generalmente pequeñas cantidades de alúmina ú otros elementos térreos ó térreoalcalinos, que determinan á veces el empleo especial de la piedra. Para el mortero ó mezcla común se escoge la caliza más pura, que contiene, por lo menos, el 98 por 100 de carbonato de cal; para el cemento ó mortero hidráulico se toman calizas con un 10 á 12 por 100 de alúmina y sílice y un poco de álcali. Las calizas silíceas, compactas y relativamente duras, se utilizan en forma delosas, mientras que para los sillares de los edificios se escogen con preferencia las calizas finas y porosas que contienen magnesia, porque son las que mejor resisten las influencias atmosféricas, y, por regla general, se prestan fácilmente á que se las corte y labre. El mármol, ya sea el blanco puro, ya el de

color y jaspeado en sus diferentes variedades, es un material inapreciable para la escultura y obras de lujo y adorno.

La caliza es un producto muy común, y el hecho de haber contribuído tan poderosamente á la formación de depósitos en todas las edades geológicas, así como el de hallarse en la naturaleza en formas tan diversas, se debe en gran manera á su propiedad de disolverse en agua en pequeñas cantidades.

Las especies más importantes, consideradas desde nuestro punto de vista, son: la *caliza cristalina* (mármol), que es un agregado cristalino de granos de calcita, cuya estructura, en su estado más puro, se dice «sacaroideo» por recordar la del azúcar de pilón, siendo generalmente blanco; ó de colores claros, y á veces transluciente; los mármoles jaspeados de colores muy diversos, y á veces oscuros, tienen una estructura cristalina menos pronunciada. El mármol típico se consideraba antes como una formación de la Era primitiva; pero se ha demostrado que en muchos casos, y precisamente en sus variedades más hermosas, como la de Carrara, se debe al metamorfismo de depósitos posteriores, correspondientes á los sistemas jurásico y cretáceo.

La *caliza compacta*, ó común, que carece de la estructura característica del mármol y es un agregado cristalino-granuloso fino cuya masa se halla atravesada frecuentemente por venas de calcita ó espato calizo, se presenta, por lo general, con diversos matices grises, amarillentos ó azulados; contiene con frecuencia carbón ó bitumen, procedente de los organismos animales y vegetales que desaparecieron cuando se formó, y cuyos elementos le prestan un color gris muy oscuro ó negro.

El llamado *alabastro oriental* procede principalmente de Egipto y Argelia, aunque se encuentra también en otras partes, no debiendo confundírsele con el alabastro propiamente dicho, ó sea el yeso más fino; consiste en una caliza cristalino-fibrosa depositada por las aguas en los huecos ó cavernosidades de las rocas, en forma estalactítica ó estalagmítica, y se aprovecha para obras artísticas y decorativas.

Otra piedra caliza, producida, como la anterior, por la infiltración de las aguas, es el llamado *ónice calcáreo*, por su semejanza con el ónice verdadero (una variedad de ágata), que presenta fajas paralelas ó concéntricas de diferentes colores. Se encuentra en Orán, cerca de Ain Lekbalek, y se utiliza en París en la bisutería y la fabricación de diferentes objetos artísticos. En Egipto, cerca de Beni-Souef y Syout, se encuentran piedras análogas, que ya eran celebradas en la antigüedad.

El *travertino* es una caliza porosa más ó menos compacta, con incrustaciones de las plantas que depositaron y siguen depositando muchos manantiales de los Abruzzos, Tívoli y otros puntos de Italia, donde constituye masas hasta de cien metros de espesor, que se aprovechan como piedra de construcción. Un material de origen análogo, aunque más poroso y terroso, es la *tufa calcárea*,

especie de incrustación de restos vegetales y animales terrestres y de agua dulce, que tiene el aspecto de turba convertida en cal. Se encuentra en diferentes partes del globo, empleándose para la decoración de jardines.

La *caliza lacustre* (limnocalcita) es una roca más ó menos compacta y generalmente porosa, de color gris blancuzco, rojizo ó amarillento, que fué depositada en los lagos de las Eras terciaria y cuaternaria, según prueban las conchas de animales de agua dulce que suele contener. En su estado fresco se labra con

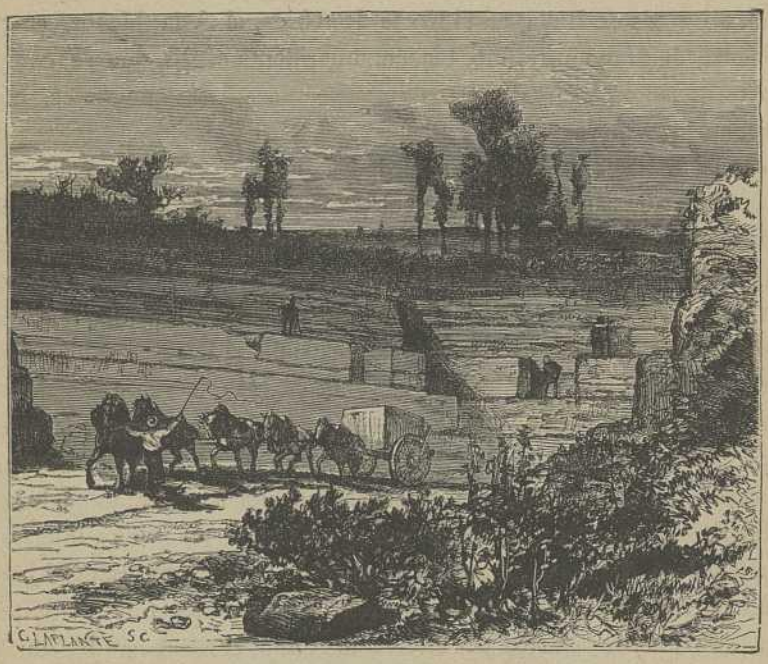


FIG. 13.—Cantera de caliza lacustre en las cercanías de París.

suma facilidad, y sus capas regulares permiten la extracción de bloques de la forma y tamaño que se quiere; expuesta al aire se endurece pronto; propiedad que, unida á su blandura primitiva, hace de ella una piedra muy apreciada para la construcción. Encuéntrase en diferentes puntos de Europa, especialmente en las inmediaciones de París y Orleans, cuyas ciudades están construídas en gran parte con tan excelente material, explotado á cielo abierto y en canteras subterráneas de muchos kilómetros de extensión (fig. 13), cuyas galerías constituyen verdaderos laberintos.

En las costas de la Italia meridional y de Sicilia se presenta una caliza parecida, de color amarillo blanquecino, compuesta de granitos de calcita y pequeñas conchas, tan blanda que se puede cortar con la sierra, á pesar de lo cual se conservan aún muchos templos y otros edificios que construyeron con ella los griegos hace unos 2.200 años. La facilidad con que se labra esta piedra y

dureza que adquiere por virtud de las influencias atmosféricas, contribuyeron mucho, sin duda, al empleo que de ella hicieron los arquitectos de épocas posteriores, tanto bajo la dominación de sarracenos y normandos, como bajo las alemana, francesa y española. La caliza del Petersberg, cerda de Mastricht, de cuyas célebres canteras hablamos antes, se parece á las del Sur de Italia y á las sicilianas; pero es menos resistente al aire, á consecuencia de la arcilla que contiene.

La *creta*, tan importante para ciertas industrias, se presenta en capas, á veces de gran espesor, en Inglaterra, Irlanda, islas dinamarquesas, cerca de París, en muchos puntos de Italia, en el Norte de Africa, el Asia Menor, etc.; es una roca blanda, de grano muy fino, blanca, amarillenta ó gris, que se compone de carbonato de cal en forma de restos microscópicos de foraminíferos, corales y otros organismos marinos.

Entre las muchas calizas de propiedades diversas, y á veces valiosas, que se presentan en todas las formaciones geológicas y en multitud de partes del globo, debe mencionarse, por su importancia excepcional, la célebre *piedra litográfica* de Solenhofen, en Baviera, que fué objeto de algunas consideraciones en el tomo I de esta obra. Entre ese pueblo y Pappenheim se extiende una formación de caliza arcillosa jurásica, depositada en una infinidad de capas delgadas, en las que se presentan numerosos restos fósiles de plantas, corales, moluscos, insectos, peces, reptiles y aves, del mayor interés para el paleontólogo. Entre dichas capas, y á diferentes niveles, se encuentran otras, de 15 á 20 centímetros de espesor, más compactas, finas y homogéneas, que carecen totalmente de la estructura hojosa ó laminar de aquéllas, y que constituyen una piedra litográfica que no tiene rival en el mundo, al menos hasta hoy. Esta piedra especial representa sólo la décimaquinta parte, próximamente, de la masa total, y tiene, por regla general, un color amarillento; pero se encuentran algunas capas de color azulado que dan las piedras más apreciadas en la litografía; en vista de su rareza suelen no venderse más que como premio á los que compran partidas relativamente grandes de la piedra amarilla, la cual alcanza también cada año precios más elevados. De la masa restante de dicha caliza, parte se aprovecha en forma de losetas de 10 á 12 milímetros de espesor, para las cubiertas de edificios, haciendo las veces de tejas ó pizarras, y otra parte se extrae en forma de gruesos bloques, que se asierran y labran de diversas maneras, según las exigencias de la construcción. En las grandes canteras de Solenhofen, de las que da una idea la figura 14, así como en los talleres anejos para el asierro y pulimento á vapor de la piedra, hallan empleo de 2 á 3.000 operarios.

En las formaciones jurásicas de otros países, como Turingia, Silesia, Francia, Italia, España, Grecia, etc., se presentan aisladamente capas calizas más ó menos parecidas á las de Solenhofen; pero ninguna de ellas tiene las excelentes propiedades de la piedra litográfica bávara, por lo que sólo se emplean en los trabajos más ordinarios del arte.

Entre las calizas que contienen cantidades relativamente grandes de otras materias, la *dolomia* ó *caliza magnésica* es una de las más importantes por su abundancia y calidades como piedra de construcción. En su estado típico es un agregado cristalino macizo, amarillo ó blanco, del mineral dolomia; pero las proporciones relativas de los carbonatos de cal y magnesia varían muchísimo, encontrándose dolomias que apenas tienen magnesia, y otras que encierran hasta 45 por 100 de este carbonato. Se presentan en muchas partes del globo las for-



FIG. 14.—Canteras de piedra litográfica en Solenhofen.

maciones más antiguas, entre otras, en los Alpes y los Pirineos y en varias provincias españolas.

Algunas calizas que contienen cierta cantidad de alúmina son muy importantes como cementos, y se llaman, por lo mismo, *calizas hidráulicas*. Suelen encontrarse en puntos aislados, principalmente en las formaciones liásicas, en cuyo caso son objeto de una explotación muy activa; tal sucede, por ejemplo, en Grenoble (Francia) (fig. 15) y en algunos puntos del Jura francés y suizo; se hallan también cementos naturales en Deva (Guipuzcoa) y las provincias de Cuenca y Huesca. Pero dichas calizas no bastan para el consumo creciente de este material, por lo que la mayor parte de los cementos que se emplean son artificiales, siendo actualmente objeto de una industria muy desarrollada, de que tendremos ocasión de tratar en el tomo IV de esta obra.

Antes de abandonar el terreno calizo, volvamos al mármol, que tanta importancia ha tenido desde los tiempos antiguos, y tiene todavía para la escultura y la arquitectura monumental, así como para la fabricación de diversos objetos de adorno.

Las variedades más hermosas de mármol se encuentran en Grecia (Paros) y en Italia (Carrara). Las canteras de donde sacaron los griegos los materiales



FIG. 15.—Cantera de caliza hidráulica, cerca de Grenoble (Francia.)

para sus clásicas obras, han permanecido olvidadas y hasta desconocidas durante muchos siglos, habiéndose abierto nuevamente hace unos cuarenta años, merced á los esfuerzos del sabio alemán Siegel, que exploró el país á instancia del rey Otto, siendo exportados sus productos á diferentes países. Además del hermoso mármol blanco puro de la isla de Paros y del monte Pentelicón, al Norte de Atenas, Siegel volvió á encontrar y hacer extraer las variedades rojas y verdes, tan célebres en la antigüedad, pero que más tarde sólo se sacaban de las ruinas de monumentos italianos, aserrándolos en planchas delgadas para su mejor aprovechamiento, en vista de su rareza. Las antiguas canteras de la Maina,

cerca de Tynos Skylakia, abiertas nuevamente por Siegel, producen una piedra de hermosos colores rojos purpúreos y de cinabrio, más ó menos claros, con venas blancas, encarnadas, verdes y negras; es susceptible de un pulimento fino, y muy á propósito para columnas, revestimientos, mosaicos, etc.; por esto se utilizó en la reconstrucción de la basílica de San Pablo, extramuros de Roma.

El centro de la explotación del mármol en Italia es la provincia de Massa-Carrara, al Norte de la Toscana, donde se hallan ocupados más de 8.000 operarios en unas 600 canteras, que producen anualmente más de 150.000 toneladas de mármol, y se hallan distribuídas en los términos de Carrara, Massa y Serravezza, poblaciones situadas no lejos de la costa, sobre la vía férrea de Spezzia á Pisa, encontrándose la última en medio de tan importante distrito, dominada, de un lado, por el Monte Altissimo (donde hace más de tres siglos hizo abrir Miguel Ángel canteras que han vuelto á explotarse en nuestros tiempos), y de otro, por las excavaciones de Carrara, cuyos hermosos mármoles extraían ya los antiguos romanos.

Serravezza toma su nombre de los dos arroyos, Serra y Vezza, que bajan de las alturas corriendo por dos valles angostos, para confluir cerca de la población y regar, bajo el nombre de Versilia, la fructífera vega de Pietra Santa. Si se sigue el curso de esos arroyos, se ve por doquier, en los elevados declives, las canteras abiertas en diferentes pisos superpuestos, y que se reconocen á gran distancia por los taludes que forman sus escombros desde su boca hasta el fondo de los valles, y por su blancura, que semeja la de las nieves. En sus cercanías se oye continuamente el ruido acompasado y monótono de los golpes de martillo, el chirrido de las sierras que cortan los bloques, y el rechinar de los *frulloni* ó muelas horizontales que los pulimentan. Dichas sierras no tienen dientes, como las que sirven para cortar la madera, sino que son hojas lisas de acero sujetas con tirantez á un bastidor, y á las que se imprime un movimiento de vaivén para que abran el corte, lo que realizan mediante arena de cuarzo introducida bajo su filo por un chorro de agua.

Además de los establecimientos relacionados con las canteras, que comprenden talleres para la reparación de herramientas, la fabricación de la pólvora, almacenes, etc., se encuentran en dicha comarca otros centros industriales, como Bottnio, conocido por sus minas de plomo y plata, y Cordoso, donde se explotan pizarras empleadas en toda la Toscana, á la vez que en las laderas aparecen acá y allá pequeñas aldeas, habitadas exclusivamente por canteros y mineros.

Subiendo el valle del Vezza, se llega primero á las canteras de Costa, de las que se extraen mármoles de diferentes colores, desde el blanco al azul, uniformes y jaspeados, que reciben diferentes nombres, como *bianco chiaro*, *bianco ordinario*, *bardiglio comune*, *bardiglio fiorito*, etc.; pero no se encuen-

tra aquí el mármol típico ó sacaróide tan estimado de los escultores, y que consiste en carbonato de cal casi químicamente puro; los mármoles de color deben éste á materias extrañas, como óxido de hierro y diferentes minerales accesorios, debiéndose los matices más oscuros á una pequeña proporción de carbono ó bitumen. A pesar de esto, que es preciso atribuir á restos orgánicos animales y vegetales, no se encuentran fósiles en los mármoles de Serravezza y Carrara; pero los geólogos los consideran como correspondientes al sistema jurásico.

En el extremo superior del angosto valle indicado, y á una elevación considerable sobre Costa, se encuentran las canteras de Rondone, de cuya antigüedad dan una idea las inmensas excavaciones que se ven en ambas laderas, y los grandes taludes de escombros que se extienden por los declives. Los mármoles que se explotan en este punto son brechiformes, es decir, que su masa se compone de fragmentos más ó ménos angulares ó redondeados de mármol, producidos por el quebrantamiento de depósitos anteriores, debido á alguna revolución geológica, fragmentos que después se unieron de nuevo mediante la infiltración en sus intersticios de aguas cargadas de carbonato calizo. Es frecuente encontrar un trozo de esta piedra brechiforme, del tamaño del puño, que contiene fragmentos de todas la variedades de mármol que se presentan en el distrito entero; de lo cual puede colegir el lector el efecto abigarrado que resulta cuando se labra y pulimenta semejante piedra, y cuánto se presta á las obras decorativas. Su empleo para columnas y revestimientos de paredes data de muy antiguo, y siempre fueron muy apreciados estos mármoles de Rendone ó de Serravezza, como suelen llamarse. La variedad más hermosa es la de color rosado como la flor del melocotón, habiéndolos también de matices rojos y violados. En Toscana se llama *mischio* (mezclado) ó *africano* al mármol brechiforme, por su semejanza con una variedad que los romanos traían antiguamente de África y empleaban principalmente en columnas. Se hizo gran consumo de él durante la Edad Media y el Renacimiento, y se encuentra en crecido número de iglesias y palacios italianos. Con toda su hermosura, tiene, sin embargo, el defecto de descomponerse bajo la influencia de la intemperie, razón por la cual sólo es aplicable á la decoración interior de los edificios.

Las canteras de Rondone se extienden muy adentro en el seno de la montaña, y en los subterráneos que forman trabajan multitud de operarios á la luz débil de las lámparas, oyéndose por doquier el ruido que producen martillos y sierras, y de vez en cuando la explosión de un barreno, mientras que por la parte de afuera van y vienen constantemente mujeres y niños, ocupados en vaciar los escombros, y muchas carretas de bueyes empleadas en el transporte del mármol.

Pero además del precioso producto brechiforme y los mármoles más ordinario ya referidos, que se emplean para chimeneas, pilas de fuentes y baños, balaustradas y vasos, baldosas, columnas, consolas y otros objetos decorativos,



Cantera de mármol de Basajone en el monte Altissimo (Carrara).

se encuentra también en el término de Sarravezza el mármol blanco sacaroide del estatuario, de calidad tan buena ó mejor que el de Carrara. Las canteras correspondientes se hallan en la vertiente meridional del Monte Altissimo, que tiene 1.800 metros de elevación, allí donde un puerto conduce desde el valle del Serra al del Vezza; los declives son tan abruptos, que cuesta mucho trabajo llegar á las excavaciones, delante de las cuales ha sido necesario construir explanadas sostenidas por muros para que los canteros puedan trabajar. Para bajar los bloques de mármol no hay otro medio que echarlos á rodar por esas grandes pendientes, á cuyo pie se cargan en carretas. La lámina I de este tomo reproduce la vista de la cantera de Vasojone, que se explota desde el año 1821, y se halla cerca de la de Trambiserra, en la que, según es fama, trabajó Miguel Angel. El mármol sacaroide no yace en capas ó estratos extensos más ó menos horizontales, sino que se presenta en medio de la caliza compacta, en forma de grandes masas á manera de poderosos filones; á pesar de esta circunstancia y de las enormes cantidades ya extraídas, se calcula que aún queda mármol para muchos siglos.

El panorama que se desarrolla ante el espectador desde aquellas alturas es soberbio, pues cuando la atmósfera está diáfana se ven, no sólo los golfos de Spezzia y Génova, sino las islas del archipiélago toscano—Elba, Pianosa y Monte Cristo,—Córcega y Cerdeña, los puertos franceses de Tolón y Marsella y hasta nuestra costa catalana. Desde semejante elevación bajaron los bloques destinados al decorado interior de la célebre iglesia de Isaac, en San Petersburgo. El mármol del monte Altissimo triunfó del de Carrara en el concurso abierto al efecto en 1842, y en los tres años siguientes se enviaron á la capital rusa unos dos mil metros cúbicos de piedra, procedentes de las canteras de Falcovasa, Pola y Vincarella. Las de Falcovasa producen el mármol más puro; pero, como dicen los canteros del país, la madre Naturaleza lo ha colocado demasiado alto.

Tratándose del mármol sacaroide, tal elevación en una comarca tan escabrosa, constituye un inconveniente grave, pues el escultor necesita con frecuencia bloques enormes, cuyo transporte ofrece dificultades aun en terreno relativamente llano. El bloque de mármol con que se formó la estatua de Dante, en Florencia, pesaba 80.000 kilogramos. Semejantes monolitos se bajan desde la cantera por planos inclinados, dispuestos con los escombros de la misma, deslizándose, ora sobre maderos untados con jabón para disminuir el rozamiento, ora sobre rodillos y sujetándose y guiándose mediante fuertes maromas arrolladas en torno de gruesas estacas, fijas de trecho en trecho en los lados del camino; toma parte en la operación gran número de trabajadores, que, con la superstición que les es propia, se reunen para rezar antes de emprenderla.

El puerto de mar en que se embarcan dichos bloques se llama «Porto de' Marmi,» y en su playa arenosa yacen siempre innumerables piezas de mármol

de los tamaños y formas más diversos, pues para facilitar el transporte, reduciendo el peso al mínimum posible, se desbastan en la cantera misma los bloques mayores destinados á obras monumentales, dándoles aproximadamente la forma que en definitiva han de recibir, señalándose cada pieza con la marca especial de la persona que la encarga. Pero además del mármol blanco puro, ó sacaroide, se ven en aquel puerto mármoles de color, como el llamado *portor*, con venas pardas y amarillas en un fondo negro, que procede del golfo de Spezzia, una variedad genovesa de color verde, un mármol brechiforme, rojo oscuro y verde, llamado *clonuto,* procedente de la Rivièra, y, por último, el denominado *griotte*, por la semejanza de su color con el de la guinda amarga de este nombre francés, piedra que se extrae en el mediodía de Francia. Estos diferentes y tan extraños mármoles se llevan á Sarravezza para ser labrados en sus extensos talleres, los cuales no pueden montarse en todas las regiones marmoríferas por la carencia del agua necesaria para mover los aparatos.

Cerca de «Porto de' Marmi» se encuentra Massa, capital de la provincia, con su espaciosa rada, donde se embarcan otros mármoles explotados en el término. Más al Norte, y á catorce kilómetros de la costa, se levanta la pequeña ciudad de Carrara, cuyos productos bajan por ferrocarril al puerto de Avenza. Massa contiene numerosos establecimientos industriales relacionados con la explotación de los mármoles, en los que se fabrica todo género de objetos decorativos de los que se emplean en la construcción de edificios, y también estudios de escultores de fama, que reunen en torno suyo numerosos discípulos. Carrara tiene, además de sus establecimientos puramente industriales, una Academia de escultura muy frecuentada, así como estudios de escultores nacionales y extranjeros; además de las obras de genio que en ella se ejecutan, se labra una multitud de copias de estatuas famosas de más ó menos mérito, hallándose constantemente de venta, por centenares, los Hércules, Dianas, Venus, Baco, etc., en todos tamaños, pues gran número de carrarienses se precian de poder manejar el cincel. Las principales canteras del término de Carrara se encuentran en el valle de Torano, siendo más especialmente apreciado el mármol sacaroide de las excavaciones de Polvaccio, Bettogli y Crestola; otras variedades inferiores proceden de los valles de Colonnata y Fanti-Scritti.

La explotación de los mármoles de Massa-Carrara data de tiempos bastante remotos, encontrándose todavía en aquellas canteras bloques sueltos con antiguas marcas romanas. Después de la caída del Imperio, y durante los trastornos políticos que le sucedieron, se paralizaron los trabajos; pero desde el siglo XI, cuando Pisa y otras ciudades rivalizaron en la construcción de obras monumentales, no ha cesado la extracción de esos hermosos productos. Más tarde se exportaron en gran cantidad á Francia, especialmente para París y Versalles, adonde llegaban por la vía Ródano, Saone, Sena y canales intermedios, al cabo de un viaje que á veces duraba dos años; hoy se transportan á la capital de

Francia en menos de dos meses. Los principales almacenes del mármol de Carrara se encuentran en Génova, Livorno y Marsella: en esta última ciudad alcanzan gran desarrollo las industrias y el comercio marmóreos, elaborándose, además de los productos italianos, los mármoles del Mediodía de Francia, el ónice calcáreo de Argelia, el mármol negro de Lieja, y otras variedades.

El *yeso* y el *alabastro* se relacionan con las calizas en cuanto tienen por componente básico la cal. El yeso es un sulfato de cal con agua químicamente combinada, que constituye un mineral blanco ó gris, ora terroso, ora compacto, granular y fibroso, opaco ó lúcido, y á veces diáfano como el agua; el alabastro no es más que una variedad del yeso, muy blanca y pura, granular y compacta. Ambos se presentan en capas intercaladas entre otras de calizas ó margas; pero el yeso suele formar por sí solo masas enormes y es el compañero inseparable de la sal gema. Como se disuelve con relativa facilidad en agua, se emplea rara vez como piedra de construcción; mas tiene la propiedad de perder su agua de combinación cuando se calcina, absorbiendo luego mucha con la cual se mezcla y endurece; de aquí su empleo en las construcciones en forma de argamasa ó estuco, para el «jaharro,» «guarnecido» ó «tendido» de las paredes, así como en el modelado de figuras y otros objetos. En su estado natural, sin calcinar, se estima el yeso como abono de las tierras de labor.

El alabastro se estimaba mucho en la antigüedad, especialmente en Egipto, donde no sólo se fabricaba con él gran parte de los vasos destinados, entre otros servicios, á la conservación de ungüentos y cosméticos, sino que se empleaba en forma de losas delgadas para revestir las paredes de los edificios. Su poca dureza era, por otra parte, un aliciente para el escultor, razón por la cual solían cincelarse en los indicados revestimientos escenas guerreras, de caza, etc. Los griegos hacían también de alabastro los vasos y cajitas en que guardaban sus perfumes y ungüentos, acabando por aplicar el nombre de la piedra *(alabastros)* á los objetos mismos. Hoy se hace toda clase de artículos de adorno con dicha piedra, hallándose muy desarrollada esta industria en Italia, especialmente en Florencia.

Aunque por su naturaleza mineralógica la *serpentina* (á la que también se da el nombre de *marmolita*) se diferencia enteramente de las calizas, podemos considerarla en relación con los mármoles y el alabastro, porque se emplea, como éstos, en obras de artes decorativas.

La serpentina se compone esencialmente de silicato de magnesia, formando una roca compacta ó de grano fino, relativamente blanda y, por lo general, de un color verde sucio; encierra, por lo común, diferentes minerales accesorios, como olivina, broncita, enstatita, magnetita, hierro crómico, asbesto, etc., á los que debe sus manchas ó vetas negras, pardas, amarillas ó rojas, que á veces producen un jaspeado muy hermoso. Respecto de su origen, se considera como un producto de la transformación química de otras rocas, ora eruptivas,

ora sedimentarias. Se presenta en capas ó masas irregulares entre los esquistos, asociada más especialmente con calizas cristalinas, ó bien en venas ó filones atravesando otras rocas. A pesar de su poca dureza, se presta al pulimento como el mármol, y como se endurece gradualmente bajo la influencia del aire, sirve muy bien para la decoración de edificios de lujo, lo mismo que para la confección de toda clase de objetos artísticos. Se explota en los Urales, en Noruega (Snarum), en Inglaterra, Francia (Epinal de los Vosgos), en Sajonia (Waldheim y Zöblitz), en el monte Razzo, cerca de Génova, en nuestras provin-



FIG. 16.—Bloque errático de serpentina en el monte Rosa (Alpes).

cias de Málaga (Serranía de Ronda) y Granada (Sierra Nevada), y en Pensilvania. Al pie de la vertiente meridional del monte Rosa (Alpes) existe un enorme bloque errático de serpentina (fig. 16), que descansa sobre una roca distinta, estriada y pulimentada por la acción de los hielos; hecho que no deja duda acerca de la manera cómo llegó dicho bloque á sitio tan extraño.

Aparte de su utilidad puramente artística, se aprecia la serpentina como material de construcción, en vista de ser tan refractaria al fuego, empleándose, por lo tanto, en algunas partes en la construcción de hornos, estufas, etc. En los Vosgos, cerca de Remiremont, se usaba antes en gran cantidad para la fabricación de la sal amarga ó sulfato de magnesia, en la que se utiliza hoy con preferencia la magnesita ó carbonato de magnesia. Pero es característico de la serpentina la facilidad con que puede labrarse en estado fresco al torno, y de aquí la importante industria de objetos torneados de dicha piedra, que se ha

desarrollado tan extraordinariamente en Epinal (Vosgos) y en Zöblitz (Sajonia). En esta última población existía ya en el año 1546 un gremio llamado de los torneros de serpentina, y desde entonces la industria se ha desenvuelto gradualmente; en 1862 se constituyó una gran sociedad por acciones, que adquirió todos los derechos sobre las canteras, extendió notablemente la explotación subterránea, montó la maquinaria necesaria para trabajar en grande y dió gran impulso al negocio, fabricando toda clase de objetos, desde botones de serpentina hasta chimeneas, columnas, monumentos sepulcrales, etc. Para el pulimento de estos diversos objetos se utilizan en Zöblitz los granates, que se encuentran en bastante cantidad en la masa serpentínea.

Entre las demás clases de rocas que en uno ú otro concepto se prestan á la explotación industrial, reclaman ahora nuestra atención las *pizarras* y *areniscas*, nombres que abrazan rocas de estructura bastante diversa, pero que corresponden todas á la categoría de sedimentos depositados en el fondo de las aguas. Cuando los componentes ó las partículas de esos sedimentos eran de naturaleza arcillosa, dieron lugar á la formación de pizarras, y cuando consistieron principalmente en granos de cuarzo ó sílice, formaron areniscas. Dado su origen, constituyeron al principio capas superpuestas y más ó menos horizontales; posición regular que ha sufrido en muchos casos notables modificaciones por efecto de los trastornos geológicos.

La *pizarra* propiamente dicha se compone de arcilla mezclada con partículas microscópicas de mica y polvo de cuarzo, todo lo cual constituye una roca homogénea, amorfa, de estructura laminada y color generalmente gris negruzco ó azulado. Las variedades más finas se emplean especialmente en forma de tableros mayores ó menores, como material de escribir, con el nombre de «pizarras,» sirviendo de lápiz un trocito (pizarrín) de otra variedad de la misma piedra que tiene la propiedad de dejarse cortar en la forma conveniente. Otras clases inferiores, que también se dividen en láminas relativamente delgadas, se utilizan, en vez de tejas, en las cubiertas de los edificios, al paso que algunas se pueden extraer en forma de grandes losas de poco espesor, y sirven para embaldosar las habitaciones, para tableros de mesas, etc.; las mesas de billar de la mejor construcción se forman hoy con una sola plancha de pizarra perfectamente nivelada, sobre la cual se coloca el paño verde; de este modo nunca se alabean.

La explotación de la pizarra tiene lugar en algunas localidades mediante excavaciones subterráneas; pero se verifica en muchos casos por canteras á cielo abierto, para abrir las cuales es preciso proceder sistemáticamente. Después de determinar con la mayor exactitud posible el ángulo de inclinación ó tendido de las capas de pizarra, calcula el cantero la profundidad á que pueden llegar sin dar con las aguas subterráneas, y sabe entonces la distancia desde el afloramiento ó punto donde asoman dichas capas á la superficie, al corte vertical que

tiene que abrir á fin de dejarlas expuestas y poder explotarlas: la dirección de dicho corte está determinada, naturalmente, por la de la pizarra en sus afloramientos, siendo paralela á esta última. Al excavar el corte vertical, va alejando el cantero la cuña de esquisto arcilloso ó roca inútil que resulta entre aquél y la pizarra inclinada, y una vez expuesta ésta hasta cierta profundidad, empieza á explotarla. No conviene descubrir más pzarra de la que pueda extraerse en un tiempo dado ó campaña, porque bajo la influencia del sol, el viento y las

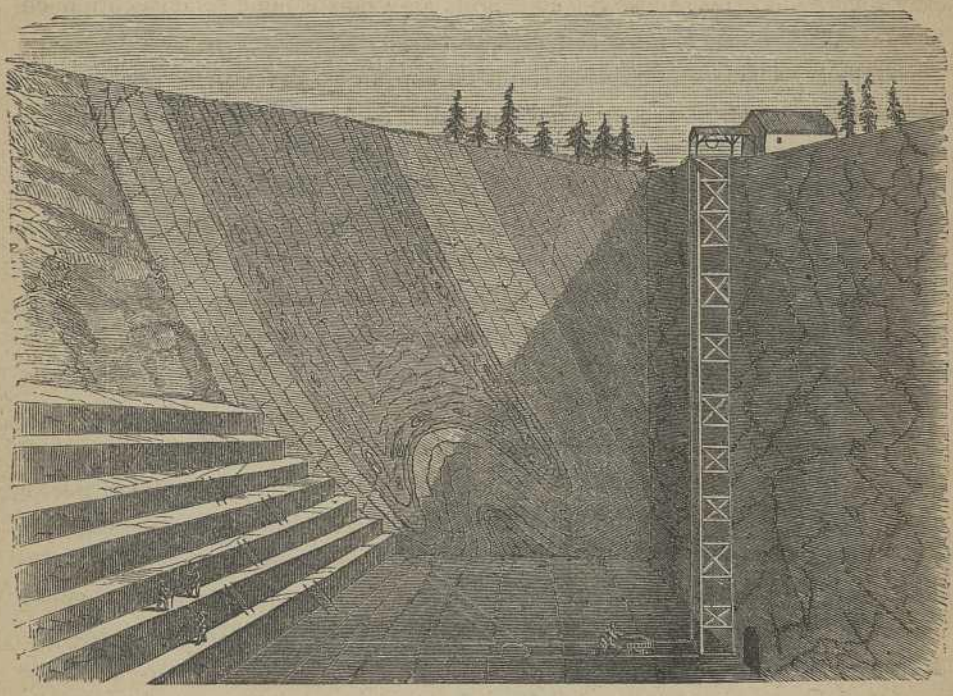


FIG. 17.—Cantera de pizarra de Lehesten (Turingia).

heladas desmejora su calidad. Para activar la explotación, permitiendo el trabajo simultáneo de mayor número de operarios, las capas inclinadas se excavan en bancos ó gradas de 2,5 m. á 3 metros de alto, desprendiéndose la pizarra por medio de cuñas de hierro ó madera; la pólvora sólo se emplea en casos extremos, pues su explosión origina bastantes desperfectos. Los productos de la explotación se extraen de la cantera por medio de un torno mecánico ó malacate montado en la superficie, cerca del corte vertical antes mencionado, combinado con el servicio necesario de pequeños vagones de mina, que circulan por carriles en el fondo de la cantera.

La fig. 17 da idea de esta manera de explotar la pizarra, y representa una vista de la gran cantera de Lehesten, en Turingia, que se excava desde hace siglos. Como indica claramente la banda menos oscura en el fondo del grabado,

los estratos de pizarra de 20 metros de espesor total han sido trastornados de tal modo, que se presentan levantados y plegados en forma de U. En este caso pudieron excavarse dichos estratos hasta su límite inferior, por hallarse éste más alto que el fondo del valle más próximo, y superior, por lo mismo, al nivel constante de las aguas subterráneas de la comarca. Para alejar las aguas llovedizas que se acumularían en la cantera, perjudicando la explotación, á menos de elevarlas por medio de una bomba, se optó por perforar un socavón ó galería de desagüe en la ladera de la montaña, disponiéndolo de manera que desembocara sobre el piso de aquélla en su punto más bajo. En la fig. 17 se ve, á la derecha y al pie del gran corte vertical, la boca oscura del socavón; inmediato á ella aparece el armazón de hierro del elevador mecánico, cuyo motor se halla en la casa á la superficie, y mediante el cual se extraen los vagones llenos de pizarra; enfrente figuran los bancos dispuestos para el arranque sistemático de la piedra, que presentan el aspecto de una inmensa escalinata; desde la grada superior hasta la superficie se ha extraído la pizarra en todo su espesor, dejando al descubierto el esquisto inútil contra el cual se apoyaba antes. Semejantes tendidos de roca, más ó menos floja y expuesta continuamente á la imtemperie, constituyen siempre un peligro para los canteros, que á lo mejor se hallan expuestos á ser heridos por piedras sueltas que pueden caer, cuando no á ser sepultados bajo una masa considerable que se desprendiera repentinamente. Por esto se ejerce continuamente en tales canteras la mayor vigilancia, reconociéndose á menudo el tendido y alejando de él las partes que amenazan ruina; á cuyo efecto los operarios bajan desde la superficie suspendidos en maromas. En nuestro grabado se distingue á la izquierda, y junto á las capas inclinadas de la pizarra, un trabajador suspendido sobre el tendido y ocupado en desprender alguna masa suelta.

En Alemania existen otras varias canteras notables, del género de la de Lehesten; pero no se pueden comparar, por su magnitud, á las del País de Gales (Inglaterra), que se encuentran principalmente al Norte, en el condado de Carnarvon, á orillas del estrecho de Menai. Una de las masas considerables es la de Penrhyn (fig. 18), en explotación desde hace tres siglos, y que hoy ocupa constantemente unos 3.000 operarios, produciendo diariamente de 200 á 300 toneladas de pizarra, ó sea más de 60.000 al año. La cantera se desarrolla en forma de un inmenso semicírculo, midiendo unos 900 metros de largo por 200 de ancho, y cuyos once bancos ó gradas, de 12 á 18 metros de alto cada uno, dan una elevación total de unos 180 metros. Cada piso se halla provisto de carriles para facilitar el transporte; la longitud total de estas vías férreas, dentro de la cantera, excede de 8 kilómetros. La explotación se verifica en gran parte por medio de materias explosivas, elevándose á 3.000 ó 4.000 kilogramos la cantidad de pólvora y dinamita que se consume al año; los barrenos se pegan de hora en hora por medio de la electricidad, verificándose de treinta á cincuenta

disparos simultáneos; á una señal de corneta se ponen á salvo los operarios, volviendo al trabajo al segundo aviso. Esta cantera tiene su puerto propio, con el que se enlaza mediante una vía férrea, y donde se encuentran constantemente recibiendo carga unos cincuenta buques, destinados á diferentes puertos ingleses, del continente europeo y también de los americanos, pues sus pizarras son de calidad inmejorable y, por lo mismo, muy buscadas. La ganancia líquida



FIG. 18.—Cantera de pizarra de Penrhyn (País de Gales).

que resulta anualmente de la explotación de la cantera de Penrhyn se calcula en medio millón de pesetas.

Francia tiene también extensas canteras de pizarra en la región de Angers, que producen planchas ó tableros de grandes dimensiones. En nuestro país se explotan principalmente las pizarras de Villar del Rey (Badajoz), que son susceptibles de empleo para diversas obras.

La pizarra se labra en las canteras mismas, ó en establecimientos industriales destinados al efecto. En ellas se forman desde luego las planchitas para cubiertas y empizarrados de muros, hendiendo la piedra con un martillo puntiagudo, y luego igualmente los contornos ó bordes por medio de una tijera

fija en un banco, parecida á las que se usan para cortar el palastro ó la hoja de lata. Para obtener grandes planchas ó tableros como los que se destinan á la construcción de mesas de billar y de otras clases, peldaños de escalera, losas ó baldosas para pavimentos, bancos de jardín, etc., se divide la piedra con la sierra y luego se alisa. Recordamos haber visto en la Exposición universal de París, en 1867, tableros de pizarra de nueve metros en cuadro, y poco más de un centímetro de espesor; pero aunque semejantes dimensiones sean excepcionales, no es difícil obtener tableros de cinco á seis metros de largo por dos á tres de ancho y de tres á seis centímetros de grueso, siempre que los estratos de pizarra no hayan sufrido grandes trastornos geológicos como el de que da idea la fig. 17.

La *arenisca* es esencialmente una roca compuesta de granos de arena ó sílice, más ó menos finos, unidos unos con otros mediante arcilla, óxido de hierro, cal ó sílice, infiltrados en sus intersticios. Los colores que afecta son, generalmente, grises, amarillos, rojizos y á veces verdosos, siendo rara la arenisca blanca: en algunos casos ostenta bandas ó fajas de distintos colores. Las areniscas más compactas y firmes corresponden á las formaciones geológicas antiguas, y se presentan, por regla general, en capas ó bancos más ó menos gruesos y horizontales, divididos en sentido vertical por las llamadas junturas, en bloques más ó menos grandes y regulares; cuanto mayores son las dimensiones y la regularidad de estos bloques, tanto mayor es el valor industrial de la roca. Por lo demás, una buena arenisca debe resistir á las heladas sin desmoronarse, labrarse sin saltar, pulirse hasta cierto punto, y no retener por mucho tiempo la humedad que absorbe de la atmósfera. Las areniscas más finas constituyen un buen material de construcción, y algunas pueden labrarse artísticamente; algunas de la época terciaria, como las *molasas* de Suiza, que en estado fresco son blandas, tienen la propiedad de endurecerse bajo las influencias atmosféricas, y se aprecian mucho en las regiones donde se dan. Las variedades de grano más gordo se emplean en forma de piedras de amolar ó muelas, mientras que las arcillosas, inservibles para la construcción de edificios, son muy estimadas por sus propiedades refractarias para los hornos de fundir hierro, en los que se desarrolla un calor muy intenso.

Las areniscas, que son muy á propósito para la construcción en general, se explotan en mayor ó menor escala en muchas partes, y constituyen en ciertas comarcas depósitos enormes, tanto por su espesor como por su extensión. En la Suiza sajona, por ejemplo, tienen un desarrollo extraordinario, hallándose las capas divididas por planos naturales en grandes losas ó bloques prismáticos, y alternando estratos duros con otros más blandos. Hace ya cuatro siglos que se explota esta piedra, de la que en las canteras más antiguas se presentan cortes inmensos de 40 metros de altura, alzandose una grada sobre otra, á manera de escalera gigantesca. Debajo de los estratos más compactos y duros, cuya masa es muy á propósito para construcciones, estatuaria, muelas, etc., se excavan con

la regadera las capas blandas, de modo que quedan al aire, sosteniéndose entre tanto por puntales de madera. Al mismo tiempo, otros operarios abren series de barrenos en la parte superior, y cuando todo está preparado se quitan los puntales y se desprenden, por medio de pólvora ó cuñas, enormes bancos de roca, que se deslizan en virtud de su propio peso hasta el pie de la cantera; entonces se dividen y desbastan, transportándose luego en barcos por el Elba, cuyas aguas se han abierto paso á través de las montañas y corren hacia Dresde en el fondo de un valle ancho y profundo. Las areniscas de que hablamos pertenecen al sistema cretáceo, y ofrecen también, más al Este,



FIG 19.—Areniscas de los montes Gigantes (Bohemia).

en los montes Gigantes de Bohemia, un aspecto no menos imponente y pintoresco. En este país, lo mismo que en la Suiza sajona, y merced á la desintegración y erosión seculares producidas por la acción meteórica, destácanse enormes masas de roca con formas más ó menos fantásticas, cual vetustas torres, murallas ó antiguas ciudades fortificadas (fig. 19); fenómeno que, sea dicho de paso, se observa también, aunque en escala más reducida, en algunas partes de España, como en las calizas cretáceas de la provincia de Cuenca, especialmente en el lugar conocido con el nombre de la Ciudad Encantada, en el término de Valdecabras.

Algunas de esas areniscas alemanas, particularmente las endurecidas por el calor, debido á irrupciones hechas á través de sus fisuras por lavas basálticas fluido-candentes, constituyen un material muy á propósito para muelas harineras, que en otros tiempos se hacían de una pieza; pero como era difícil encontrar piedras del tamaño necesario y de dureza perfectamente igual en todas sus partes, cayóse en la cuenta de formar las muelas con piezas más pequeñas, escogidas con cuidado y labradas de modo que ajustasen bien una contra otra, en cuya posición se sujetan mediante aros de hierro colocados en caliente. De

esta manera, y á pesar del trabajo mayor que supone dicho método, resultan las muelas mucho más baratas, al mismo tiempo que más homogéneas, porque se aprovechan los pedazos de piedra menores que antes se desperdiciaban, y no se pierde tiempo en buscar piedras enteras. Las célebres muelas harineras francesas procedentes de La Ferté-sous-Jouarre (departamento del Oise), se forman del mismo modo, empleando al efecto una roca cuarzosa especial, llamada en Francia *quartz-meulière*, que debe su origen á depósitos lacustres, y que se encuentra además en muchos puntos de la llamada por los geólogos *cuenca parisiense*.



SONDEO Y POZOS ARTESIANOS

Formación de las rocas sedimentarias.—La presión hidrostática y la formación de manantiales.—Teoría de los pozos artesianos.—El sondeo y sus aplicaciones.—Métodos y aparatos.—Pozos artesianos célebres.—Aumento de la temperatura hacia el centro de la tierra.

Al contemplar las cordilleras más elevadas del globo, ¿quién había de sospechar siquiera que surgieron de las aguas del mar? ¿Quién creería á primera vista que allí donde se confunden hoy con las nubes picos como el Gaurisancar y el Chimborazo, existieran en épocas remotas fondos de mar y playas bañados por el líquido elemento? Y, sin embargo, nada más cierto; se encuentran conchas marinas fósiles en los Pirineos á 2.600 metros, en los Alpes á 3.400, en los Andes á 4.300 y en el Himalaya hasta á 6.000 metros sobre el nivel actual del Océano; y es probable que varias regiones costaneras, como la Sibérica, las islas de Spitzbergen y Nueva Zembla, casi toda la península escandinava y parte de la costa occidental de la Américia del Sur, se han elevado gradualmente en un período de relativa proximidad, y que en algunos casos continúa aún el movimiento. A pesar de tales y tan concluyentes hechos, no faltarán,

de seguro, incrédulos en cuya mente no quepa la idea de que dichas gigantescas moles de roca fueron un tiempo juguetes de las olas. Pero un cálculo muy sencillo despoja á la cuestión de cuanto pueda parecer maravilloso. En este mundo todo es relativo; y aunque el Gaurisancar, ó sea la montaña más elevada que existe, se levanta á la altura, muy respetable, de 8.840 metros sobre el nivel del mar, precisa no olvidar que el diámetro medio de nuestro globo es de 12.740 kilómetros; de modo que la proporción no es más que de 1 á 1.441, ó, lo que es lo mismo, el Gaurisancar equivale sólo á un granito de are-



FIG. 20.—Capas de roca plegadas.

na de un milímetro de grueso, colocado sobre un globo de metro y medio de diámetro, es decir, tan alto como un hombre.

La mayor parte de la superficie terrestre está formada por rocas sedimentarias, y en muchos casos se levantan hoy grandes ciudades ó se cultivan fértiles vegas, donde en otras épocas se extendía un mar, en cuyas aguas perseguían su presa animales descomunales que ya no se conocen. Como dijimos en el capítulo precedente, esos depósitos marinos aún presentan á veces su disposición primitiva, encontrándose en capas superpuestas más ó menos horizontales; pero en la mayoría de los casos se ha destruído semejante regularidad merced á poderosos trastornos geológicos, de tal suerte que las capas de roca no sólo resultan inclinadas ó levantadas, sino plegadas, de manera que forman series de elevaciones, y depresiones ó arcos derechos é invertidos (fig. 20), ó bien se hallan divididas en trozos prismáticos (fig. 21), ó desfiguradas de otras muchas maneras. Tales trastornos en el paralelismo de los estratos, y especialmente la formación de cuencas, constituyen una de las condiciones más importantes para la conservación de la vida orgánica y su distribución sobre la superficie de la tierra firme; pues de ellos depende el movimiento de las aguas subterráneas, el riego natural y la formación de manantiales.

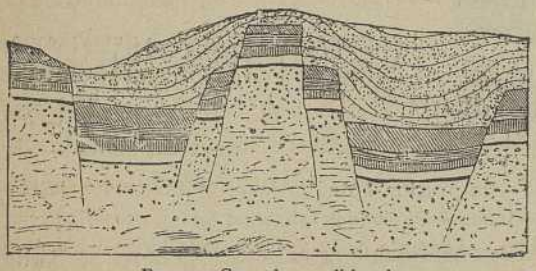


FIG. 21.—Capas de roca dislocadas.

Las rocas que constituyen la costra terrestre, las calizas, areniscas, arenas, arcillas, esquistos, granito, etc., tienen propiedades muy diversas; algunas, como la arcilla, son sumamente compactas ó densas, careciendo de intersticios, y, por lo tanto, no dejan pasar el agua; otras, como ciertas calizas, están llenas de grietas y huecos irregulares que atraviesan su masa; otras, por último, como

las areniscas bastas, brechas, conglomerados, gravas y arenas, cuya masa se compone de fragmentos más grandes ó pequeños, ofrecen muy poca resistencia al paso de las aguas. En la mayoría de las regiones donde el subsuelo consiste en rocas sedimentarias, alternan los estratos ó las capas de rocas *permeables*, es decir, que dejan pasar el agua, con las *impermeables*, ó que se oponen á su circulación; de modo que las aguas llovedizas, las que resultan de los deshielos, etc., no penetran por igual en toda la masa roqueña, sino que se acumulan principalmente en determinados estratos permeables, limitados superior é inferiormente por capas de rocas impermeables. Por consiguiente, cuando dichos estratos ó capas se hallan inclinados ó plegados, los impermeables vienen á

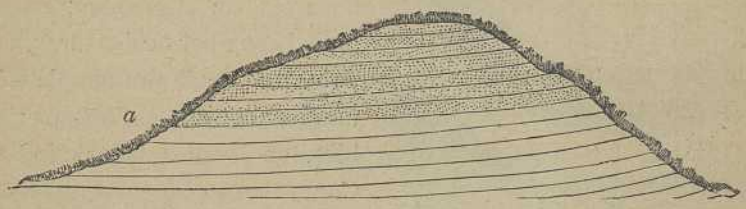


FIG. 22.—Formación de manantiales en el límite de capas impermeables.

constituir en cierto modo canales y depósitos subterráneos de agua, que determinan la producción de manantiales.

La fig. 22 representa la sección vertical de un monte, en el que suponemos que las capas de rocas inferiores, en blanco, son de arcilla impermeable, mientras que las superiores, sombreadas, son calizas ó areniscas permeables. En tal caso, las aguas llovedizas, después de infiltrarse en la masa superior como en una esponja, penetrando en la profundidad, encontrarán un obstáculo al llegar á la arcilla; mas como no pueden menos de obedecer á la gravedad, variarán de rumbo, siguiendo la inclinación de la roca impermeable, y acabarán por ganar la superficie en el punto más bajo, ó sea en *a*, donde resultará un manantial. Todos los manantiales se forman con arreglo á este sencillo principio, lo mismo en casos tan evidentes como el que representa nuestro grabado, como cuando las aguas tienen que seguir un camino mucho más tortuoso, en virtud de las plegaduras y estructura de las capas; siempre bajan de un punto más ó menos elevado á través de rocas permeables, hasta tropezar con estratos impermeables, por los que se deslizan buscando salida.

El manantial es tanto más abundante cuanto mayor es la superficie absorbente de la roca permeable, y su duración y constancia dependen de la masa ó espesor de dicha roca; siendo tanto mayores cuanto mayor es la cantidad de agua que la misma roca pueda reunir y contener. En efecto; es evidente que, cuando la roca porosa se halla llena de agua, la que después caiga sobre su superficie correrá por ella, resultando perdida para el manantial. En las montañas

calizas y areniscas se presentan á veces manantiales tan abundantes, que en el mismo punto de su nacimiento pueden aplicarse á mover molinos.

Cuando los estratos forman una cuenca, como indica la fig. 23, de modo que la roca permeable *a* se encuentre encerrada entre dos rocas impermeables *b* y *c*, las aguas que se infiltran desde la superficie en el punto superior *A* (á la derecha), reaparecerán en el punto superficial más bajo *B'* (á la izquierda), mientras que en el valle ó la depresión intermedia no podrá presentarse manantial alguno, siempre que la roca *b* sea enteramente impermeable. Para descubrir aguas en el valle no tendrán otro recurso sus habitantes que perforar el terreno hasta la roca permeable *a*, como indica la línea *P Q* en el grabado; entonces subirá el agua por la abertura practicada, en virtud de la presión de su propia masa acumulada en las capas permeables, en los dos lados *A Q* y *B' Q*. Como el agua busca siempre su equilibrio, ganará en este caso la altura ó el nivel de su punto de salida natural *B'*, indicado en el grabado por la línea *B B'*; si la boca de la perforación artificial estuviera más alta que dicho nivel, el agua no llegaría hasta la superficie, mientras que si estuviera más baja, como sucede en la figura, rebosaría el líquido, en cuyo caso, y si el nivel del agua en las capas permeables se mantiene á mayor altura que dicha boca, la presión resultante podrá dar lugar á que el agua salte con fuerza. En el caso especial que representa nuestro grabado, el chorro de agua se eleva á mayor altura que el nivel *B B'*, porque á la última de las condiciones referidas se agrega la circunstancia de la presión que ejercen las aguas en la parte superior *A B* de las capas permeables, en el lado opuesto del valle.

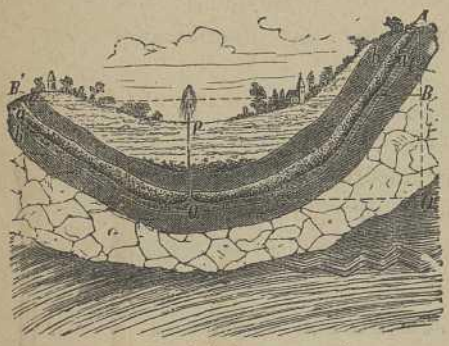


FIG. 23.—Teoría de los pozos artesianos.

Para perforar los terrenos ó abrir en ellos los agujeros destinados al alumbramiento de aguas, se emplea la llamada *sonda*. El procedimiento, ó *sondeo*, se practicaba ya en épocas bastante remotas, especialmente por los antiguos chinos y egipcios, en cuyos países hay regiones acribilladas de barrenos, algunos de los cuales alcanzan una profundidad considerable, hasta de 900 metros, con sólo un diámetro de 13 á 15 centímetros. En Europa, especialmente en Módena, Bolonia, el Bajo Austria y Noroeste de Francia, se alumbraban aguas potables de dicho modo desde el siglo XII, debiéndose el nombre de *pozo artesiano*, con que se designan los referidos barrenos, á la antigua provincia francesa de Artois, en cuya ciudad de Lillers se llevó á cabo la primera perforación del género en el año 1126. Hace siglos que se aplica el procedimiento en Alemania al alumbramiento de aguas salinas, con el fin de obtener sal, y modernamente ha adquirido mucha importancia el sondeo en la minería, como medio

económico de reconocer terrenos profundos y cerciorarse de la existencia de depósitos ó capas de minerales aprovechables, como hulla, lignito, hierro, etc., así como para la explotación del ácido bórico y el petróleo. Aunque dedicamos este capítulo en particular á los pozos artesianos propiamente dichos, esto es, á los destinados al alumbramiento de aguas, describiremos el procedimiento del sondeo, que es el mismo que se aplica en la minería para los fines mencionados, así como para otros accesorios que indicaremos oportunamente.

SONDEO

La sonda más antigua y sencilla empleada en el reconocimiento de terrenos relativamente blandos, es la representada en la fig. 26, esto es, una barrena de media caña, ligeramente cónica y provista de punta, hecha de palastro, en cuyo mango enchufa un palo largo. Este sencillo instrumento lo usan todavía los alfareros para descubrir capas de arcilla, y en Siberia se emplea también para buscar depósitos de arena aurífera; pero no es aplicable á sondeos profundos, para los que se necesitan instrumentos más fuertes; tales son las sondas, las cuales se componen de la barrena propiamente dicha y de una serie de barras de hierro de 3 á 6 metros de largo, que se atornillan una á otra y están provistas de un tornillo en un extremo, y en el otro de una caja matriz ó tuerca. De este modo se puede formar una sonda de longitud indeterminada, añadiendo barras al extremo superior, á medida que avanza la perforación del terreno. En el extremo superior de la sonda se atornilla una pieza de hierro que tiene un ojo, en el que se introduce una barra transversal que sirve para hacer girar la sonda cual barrena de carpintero.



FIG. 24. FIG. 25. FIG. 26.
Barrenas de sonda para terrenos blandos.

El método de sondeo, dicho *giratorio*, es sólo aplicable á la perforación de terrenos blandos, como arcillas y arenas; tratándose de rocas duras, es preciso obrar *por golpe*, elevando la barrena y dejándola caer alternativamente, de modo que triture la roca en virtud de su propio peso. Al efecto se suspende la sonda en el brazo corto de una palanca, formada por un grueso madero reforzado con hierro, y en cuyo brazo largo se aplica la fuerza motriz; la sonda se eleva poco, porque una caída exagerada daría lugar á la rotura de la barrena ó de las barras. También se necesita en el sondeo por golpe la barra transversal menciona-

da, pues á fin de obtener un barreno redondo, es preciso hacer girar un poco la barrena después de cada golpe. Para poder cambiar la barrena cuando se desgasta, así como para limpiar el barreno extrayendo las partes de roca triturada, precisa sacar la sonda de vez en cuando, operación que se facilita desenganchando la palanca motriz y suspendiendo la sonda á la cuerda de una cabria elevada, que permanece montada sobre la boca del barreno, y cuya construcción varía según la importancia del sondeo. En algunos casos se desarrolla dicha cabria en forma de una verdadera torre de 20 á 30 metros de altura, á fin de poder sacar á un tiempo dos ó tres barrenas de la sonda, sin necesidad de destornillarlas todas, perdiendo, como es consiguiente, un tiempo precioso. Las sondas dispuestas de semejante manera, ó sea las continuas, que obran en virtud de la caída de todas las barras en unión con la barrena, no se usan más que para profundidades relativamente pequeñas, porque con la mayor longitud aumenta para la sonda el peligro de romperse. Por regla general, se emplea hoy en todo sondeo por golpe que no es meramente superficial, la barrena llamada *de caída libre*, es decir, que se desprende de las barras cada vez que se eleva, cayendo sola y obrando en virtud de su propio peso. Más adelante tratamos de este instrumento.

Según el objeto del sondeo y la naturaleza de la roca que se trata de perforar, se emplean barrenas de formas muy diversas. Para atravesar terrenos blandos arcillosos, margosos ó arenosos, se usan barrenas de palastro fuerte, de media caña derechas ó cónicas, ó bien vueltas en espiral, como las de los carpinteros (figuras 24, 25, 26); semejantes instrumentos, atornillados á una barra, penetran, al girar bajo una presión suficiente, en dichos terrenos, disgregando su masa (en el limitado círculo en que obran), masa suelta que se extrae de vez en cuando con la barrena misma. Pero para perforar rocas en que no pueden penetrar esos instrumentos, es necesario apelar á barrenas más sólidas y que obran de golpe, como las de mano que usan mineros y canteros, en unión con el martillo ó la maza. Estas barrenas son de acero y están provistas de un corte ó boca de la anchura correspondiente al diámetro que se quiere que tenga el barreno, y cuya forma varía según las rocas, como indica la fig. 27; su extremo superior se desarrolla en tornillo, mediante el cual se unen á las barras de la sonda, la que, como ya dijimos, se eleva y deja caer alternativamente, y se hace girar un poquito á cada golpe, á fin de que la boca de la barrena obre de un modo sucesivo sobre toda la superficie del fondo del barreno, triturando la roca por igual y produciendo, por lo tanto, un agujero perfectamente redondo. En rocas más ó menos homogéneas y de dureza uniforme, se emplean por lo común las barrenas de boca aplanada y filo derecho ó ligeramente convexo; pero sucede á veces que la roca es de dureza variable, es decir, que se presenta más blanda en unas partes que en otras, y en las que la barrena ordinaria suele penetrar más profundamente y quedar atascada; en tales casos conviene emplear la ba-

rrena llamada de boca de corona (fig. 27, izquierda), que tiene dos ó más filos rectos que se cruzan en el centro.

Durante el sondeo por golpe, es decir, mientras trabaja la barrena, está el barreno lleno de agua hasta cierta altura, á fin de que el polvo resultante de la trituración de la roca se mezcle con el líquido y estorbe lo menos posible la marcha del instrumento. Sin embargo, al cabo de algún tiempo el barro que se va formando resulta demasiado espeso para que la sonda caiga libremente, y con el ímpetu necesario sobre el fondo del barreno, que entonces es preciso proceder á limpiar. Al efecto se saca primero la sonda y se introduce en su lugar la llamada *cuchara*, que consiste en un tubo cilíndrico de palastro, provisto interiormente, cerca de su extremo inferior, de una válvula que se abre hacia arriba; se suspende en una cuerda de áloe ó alambre, directamente ó por medio de algunas barras de hierro para aumentar su peso, y cuando ha bajado hasta cerca del fondo se eleva y deja caer repetidas veces, hasta que se llena de barro, cuya salida impide la válvula referida; entonces se saca á la superficie y se vacia. Cada vez que se emplea la cuchara, el capataz que dirige el sondeo conserva una muestra del barro ó légamo que sale del fondo, cuya profundidad anota, y de esta manera se obtiene alguna idea acerca de la naturaleza del terreno perforado. Del examen del polvo puede deducirse, por ejemplo, si la roca es de naturaleza arcillosa ó cristalina, y si contiene metales, sal, hulla ú otro mineral aprovechable; pero hay otras cuestiones no menos importantes sobre las que dicho polvo no arroja luz alguna, á saber: á qué epoca ó formación geológica corresponde la última capa atravesada, y si en su vista conviene ó no seguir buscando el depósito de hulla, objeto del sondeo, y cuál es la inclinación ó buzamiento de las capas, dato importante para decidir acerca del sitio más á propósito para la profundización de un pozo de mina ó acerca de otros sondeos proyectados.

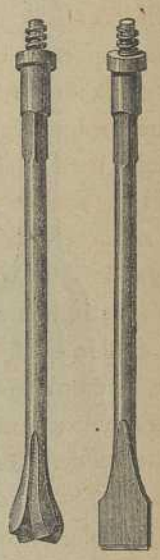


FIG. 27. Barrenas de sonda para rocas firmes.

Estas y otras muchas cuestiones interesantes sólo pueden resolverse de un modo satisfactorio en vista de pedazos de cierto tamaño de la roca misma, y para obtenerlos directamente del fondo del barreno inventó el célebre ingeniero *Kind*, que se dedicó especialmente al sondeo, instrumentos á propósito, que no son otros que la llamada barrena circular (fig. 28) y el agarrador de cuña (figura 29). La barrena se ramifica en cuatro brazos paralelos, sujetos entre sí por planchas laterales, de modo que queda en medio de ellos un espacio hueco; al golpear el instrumento sobre el fondo del barreno, practica una abertura circular, dejando en medio un núcleo de roca intacta, como indican las figuras. Cuando la barrena ha penetrado hasta la profundidad conveniente, se retira é introduce en su lugar el agarrador, que, como se ve por el grabado, consiste en un

fuerte cilindro de palastro, de diámetro menor que la barrena, provisto en un lado de un muelle que mantiene asida una cuña larga y estrecha; al bajar el agarrador por el barreno, dicha cuña sobresale en casi toda su longitud bajo el borde inferior del cilindro, y se introduce, por lo mismo, en la abertura circular practicada por la barrena, al mismo tiempo que el cilindro se desliza sobre el núcleo de roca; pero al tropezar la cuña con el fondo, y á medida que baja el instrumento, el núcleo resulta oprimido por un lado de tal manera, que, rompiéndose por su base, queda preso en el cilindro y puede extraerse entero. La fig. 29 representa el agarrador después de desprendido el núcleo; el cilindro aparece roto para que se vea la piedra que contiene. En la fig. 30 reproducimos, en tamaño natural, un trozo de un núcleo de roca, sacado de semejante manera en la formación carbonífera de Seiring, en el departamento del Mosela (Francia), cuya superficie ostenta impresiones de plantas fósiles que no dejan duda acerca de la naturaleza geológica del terreno. La longitud de semejantes núcleos depende solamente de la del hueco entre los brazos de la barrena, ó sea desde sus bocas hasta donde se reunen para formar una barra sólida, y de la solidez de la roca misma; suelen sacarse hasta de más de un metro, por lo que se prestan admirablemente para el estudio del terreno, determi-



FIG. 28.
Barrena circular de Kind.

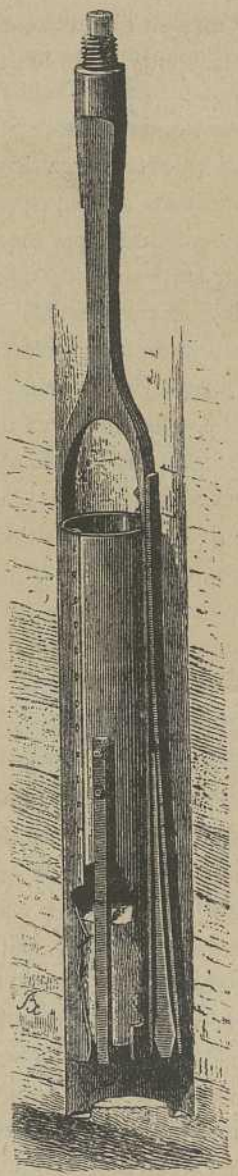


FIG. 29.
Agarrador de cuña.

nándose en su vista, no sólo la constitución mineralógica, sino también la estructura, inclinación de las capas y otros pormenores interesantes.

Con la sonda continua y las barrenas ordinarias se han profundizado pozos artesianos de 600 metros y aún más; pero se comprende fácilmente que las dificultades aumentan de un modo extraordinario con la profundidad, sobre todo cuando la naturaleza desmoronadiza de la roca hace preciso el revestimiento del pozo con tubos, reduciendo más y más su diámetro, que es de suyo pequeño. Pero aparte de esto, el empleo de la sonda continua tiene sus límites en razón



FIG. 30.—Núcleo de pizarra extraído con la sonda.

del peso creciente del instrumento, peso que no sólo aumenta con el numero de las barras que se le añaden, sino en virtud también del mayor grueso ó diámetro que es preciso que tengan éstas á medida que crece la profundidad, y, por consiguiente, la carga que hay que elevar. El choque violento que resulta de la caída libre de sonda tan pesada da margen á roturas más ó menos frecuentes de la misma, mientras que la vibración de las barras y sus sacudidas ocasionan desperfectos de consideración en las paredes del barreno ó pozo, y á veces un atascamiento de la sonda merced á los trozos de roca que se desprenden; inconvenientes serios que en muchos casos han determinado el abandono completo de los trabajos, y las pérdidas consiguientes.

Para evitar estos perjuicios, ideó Kind el llamado *aparato de caída libre*, mediante el cual cae la barrena independientemente del cuerpo de la sonda. La figura 31 representa este aparato, que se compone de dos planchas paralelas de hierro (en el grabado se ha quitado la anterior para exponer el mecanismo),

entre las cuales puede deslizarse la barra *3*, á la que se atornilla la barrena, y que resguardan en su parte superior unas tenazas de acero, *1*, unidas por medio de dos palanquitas y una varilla al llamado «sombrero,» *2*, ó sea un disco compuesto de cuero y palastro delgado, cuyo diámetro debe ser próximamente igual al del barreno; este sombrero puede deslizarse sobre la barra que une superiormente las dos planchas, y mediante la cual se atornilla el aparato al cuerpo de la sonda. Además hay que advertir que, para que el aparato pueda funcionar, es menester que se halle sumergido en agua, condición que es fácil satisfacer en la mayoría de los casos. Como se comprende en vista del grabado *a*, las tenazas están destinadas á coger y sostener la barrena, á cuyo efecto la barra intermedia tiene una cabecita cónica. Cuando la sonda se eleva, la presión del agua sobre la superficie superior del sombrero mantiene cerradas las tenazas y cogida la barrena; pero en el momento en que empieza el descenso de la sonda dicha presión, actuando sobre la superficie inferior del sombrero, hace que las tenazas se abran, soltando la barrena, que cae libremente sobre el fondo (el grabado *b* representa las tenazas abiertas y la barrena caída); entretanto sigue bajando el cuerpo de la sonda, los ganchos de las tenazas descienden hasta el nivel de la cabecita cónica, agarrándola en el momento en que la sonda vuelve á subir, se eleva de nuevo la barrena á la altura determinada, y torna á caer como antes. Según la dureza de la roca que se perfora, las dimensiones del barreno y otras circunstancias, se puede variar el peso de la barrena y, por consiguiente, el ímpetu de su choque, atornillando entre ella y el aparato de caída libre una pieza más ó menos pesada, de cinco á diez quintales, por ejemplo. En cambio, como las barras superiores que constituyen el cuerpo de la sonda no tienen ya más objeto que el de regir el aparato, es decir, no tienen que sufrir el choque de la barrena, pueden ser mucho más ligeras que las de las sondas continuas, y se hacen con frecuencia de madera, con uniones de hierro, ó bien huecas ó tubulares, y hasta de 12 á 15 metros de largo.

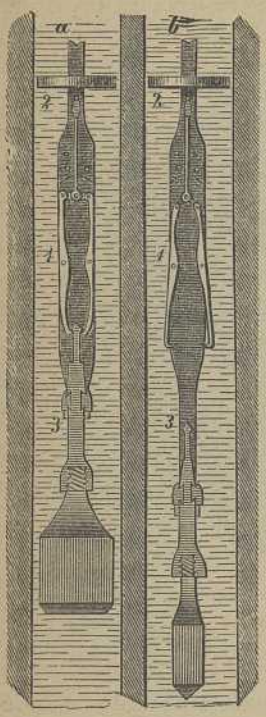
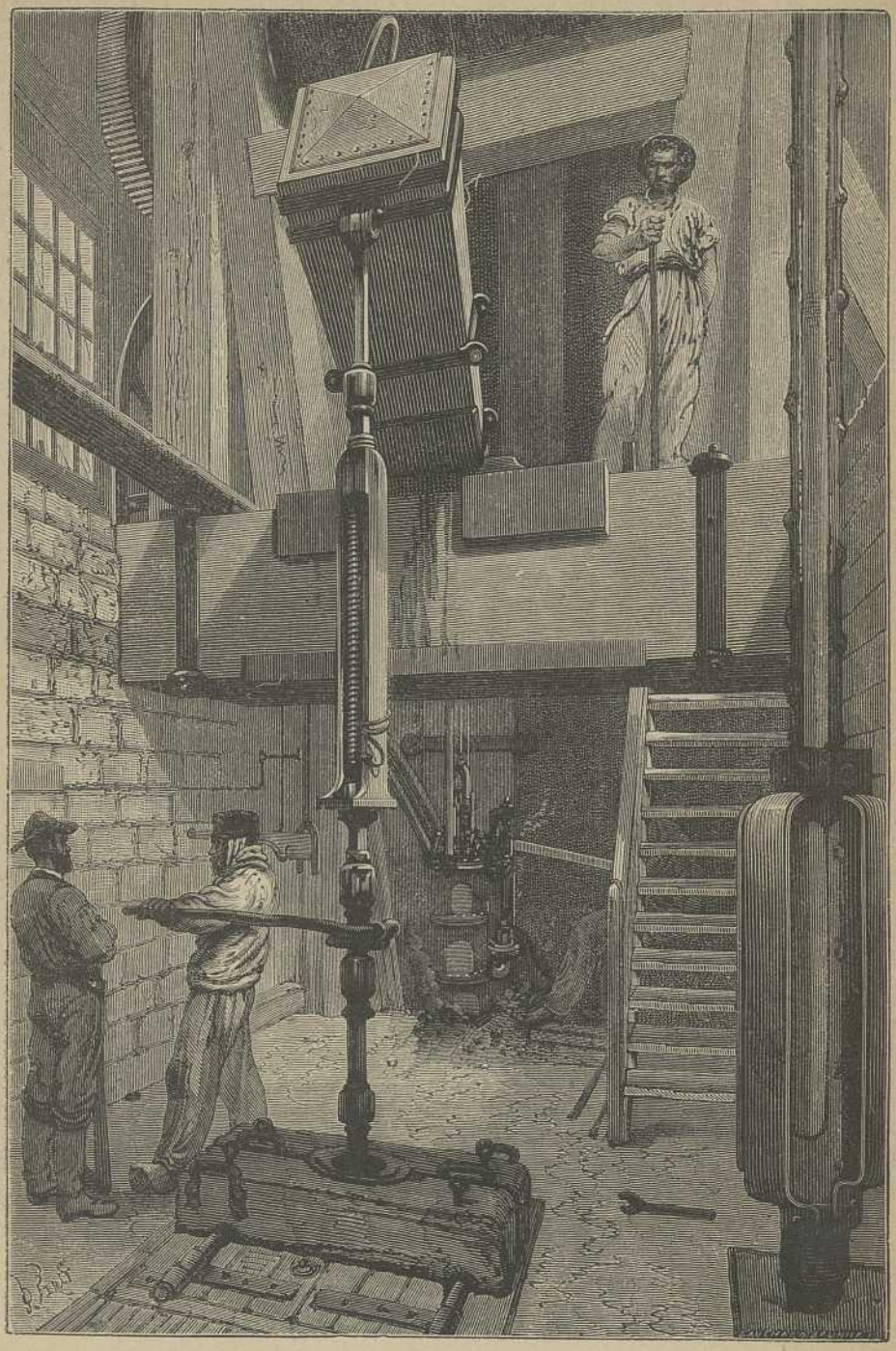


FIG. 31.—Aparato de caída libre.

El movimiento de alza y baja se imprime á la sonda por medio de una fuerte palanca montada sobre la boca del barreno ó pozo artesiano, y es evidente que, tratándose de perforaciones muy profundas y, por consiguiente, de sondas pesadas, dicha palanca no puede ser movida á mano, sino mecánicamente. La lámina adjunta II de este tomo ofrece la vista de uno de estos poderosos balancines, movido por una máquina de vapor que se percibe en el fondo, y en cuya



Sondeo de un pozo artesiano.

nariz está suspendida la sonda, mediante un tornillo largo y fuerte, que tiene el doble objeto de permitir el giro necesario de la barrena después de cada golpe, giro que determina el operario que se ve en el primer plano haciendo tiro de la palanca sujeta á la cabeza de la sonda; y al mismo tiempo dar lugar á que la sonda se vaya alargando á medida que ahonda el barreno, sin que sea preciso paralizar tan frecuentemente la operación para añadir barras suplementarias. Puede evitarse esto último, hasta cierto punto, variando la inclinación del balancín, esto es, empezando el trabajo con la nariz muy levantada; pero no basta, y se consigue el efecto deseado mucho mejor, introduciendo entre dicha nariz y la cabeza de la sonda un tornillo, de metro á metro y medio de longitud, que se va desenroscando poco á poco. Cuando el tornillo no da más de sí, se desengancha la sonda y se le añade un suplemento, ó sea una barra corta, enroscando al mismo tiempo el tornillo y efectuando nuevamente la unión; cuando los suplementos añadidos equivalen, por su longitud, á una barra maestra, se eleva la sonda y se sustituyen aquéllos por una de éstas.

La operación de elevar la sonda para destornillar los suplementos y añadir una barra fija, supone una pérdida de tiempo que conviene evitar en lo posible, razón por la cual suele darse á las barras maestras una longitud considerable, de diez ó doce metros, y á veces más, en vista de la que la cabria destinada á suspenderlas, recibe una altura correspondiente. En los trabajos de sondeo de mucha consideración, la cabria constituye una verdadera torre de madera y hierro, con una elevación de 20 á 30 metros, á fin de poder sacar ó meter dos barras maestras á un tiempo sin necesidad de destornillarlas todas al elevar la sonda para cambiar la barrena ó limpiar el barreno con la cuchara. La fig. 32 es una sección vertical de la torre de Passy (un distrito de París), donde Kind llevó á cabo un pozo artesiano de 647 metros de profundidad, en los años de 1855 á 1860. Este grabado muestra perfectamente la disposición de los diversos aparatos durante el sondeo: sobre un tablado, en la boca del pozo, se ven dos operarios haciendo girar la sonda, suspendida á la nariz del balancín, cuyo extremo opuesto está unido á la vara de émbolo de una máquina de vapor vertical y, además, á un poderoso freno ó contrapeso que suaviza el movimiento; inmediatamente detrás de este freno aparece el torno de vapor destinado á elevar y bajar la sonda, cuando es necesario cambiar de barrena, añadir barras maestras ó introducir la cuchara en el barreno; las cuerdas que se utilizan en dichas operaciones se elevan desde el torno á la parte superior de la torre, pasando allí sobre dos grandes poleas; sobre la nariz del balancín se ve suspendida la cuchara, preparada para bajar al fondo del barreno en el momento necesario; á su izquierda aparecen asimismo dos barras maestras, unidas, y dispuestas para ser añadidas á la sonda, y al pie de la torre se encuentran dos grandes cubos, ó depósitos de agua, para la alimentación de las calderas de vapor, situadas en un edificio aparte, así como para introducir agua en el pozo, á los efectos del aparato de caída libre.

Cuando un barreno de sonda ó pozo artesiano no atraviesa rocas muy duras, ó dispuestas en capas horizontales, es preciso revestirlo con tubos, á fin de evitar que sus paredes se desmoronen y hundan. Al efecto, se emplearon antes tubos de madera, que ofrecían el inconveniente de reducir demasiado el diámetro del barreno, razón por la cual se usan hoy exclusivamente los tubos de palastro ribeteados, ó bien los de hierro dulce, estirados y unidos por medio de roscas. Dichos tubos se introducen en el barreno ó pozo artesiano por trozos de la longitud que permite la cabria ó torre, y que se unen cuidadosamente en la boca de aquél á medida que van bajando. Según la naturaleza de la roca puede ser necesario revestir todo el barreno de arriba abajo, ó sólo partes determinadas de él, en cuyo último caso es evidente que los tubos que se introduzcan después de los primeros y que no hayan de formar la continuación de los mismos, habrán de ser más estrechos; pero en el otro caso hay que decidir después de continuar la perforación, y cuando llega el momento de revestir el segundo trozo del barreno, si conviene reducir su diámetro introduciendo tubos más estrechos, ó si procede conservar las dimensiones primitivas; en este concepto es necesario ensanchar un poco el barreno por debajo de la serie de tubos ya colocados, á fin de que ésta pueda bajar y ser sustituída desde arriba por una nueva serie. Dicho ensanche se verifica por medio de instrumentos ó barrenas especiales, de construcción muy variada, que obran lateralmente, por golpe ó girando, desgastando las paredes del barreno á medida que bajan. Cuando, como con frecuencia sucede, la primera serie de tubos se halla tan fuertemente oprimida, en virtud de la presión del terreno, que no hay medio de hacerla bajar, precisa introducir tubos más estrechos, disminuyendo así un poco el diámetro del barreno.

A pesar de la experiencia ya adquirida en el sondeo, y de las precauciones que en su virtud se adoptan, sobrevienen á lo mejor, especialmente en los barrenos que atraviesan rocas desmoronadizas, accidentes más ó menos graves, en razón del atascamiento de la barrena ó cuchara, la rotura de las barras maestras ó los desperfectos de los tubos de revestimiento; lo cual ha dado margen á la invención de un sinnúmero de instrumentos destinados á extraer las piezas de la sonda rota ó atascada, á cortar trozos de la tubería á mayor ó menor profundidad, y subsanar defectos á cuyo pormenor no podemos descender. El sondeo es una operación que requiere, no sólo experiencia, sino, además, una paciencia á toda prueba, y el que la dirige tiene que ejercer continuamente la vigilancia más exquisita, hasta en los detalles al parecer más insignificantes.

En tiempos recientes ha vuelto á ensayarse con más ó menos éxito el antiguo procedimiento del *sondeo con cuerda*, cuyo origen se atribuye á los chinos. Con arreglo á este procedimiento, se suspende la barrena á una cuerda de alambre ó cáñamo, que sustituye á las barras maestras de la sonda común y ofrece la inmensa ventaja de poder bajar el instrumento á gran profundidad, así como elevarlo hasta la superficie en breves momentos, evitando la gran pérdida de

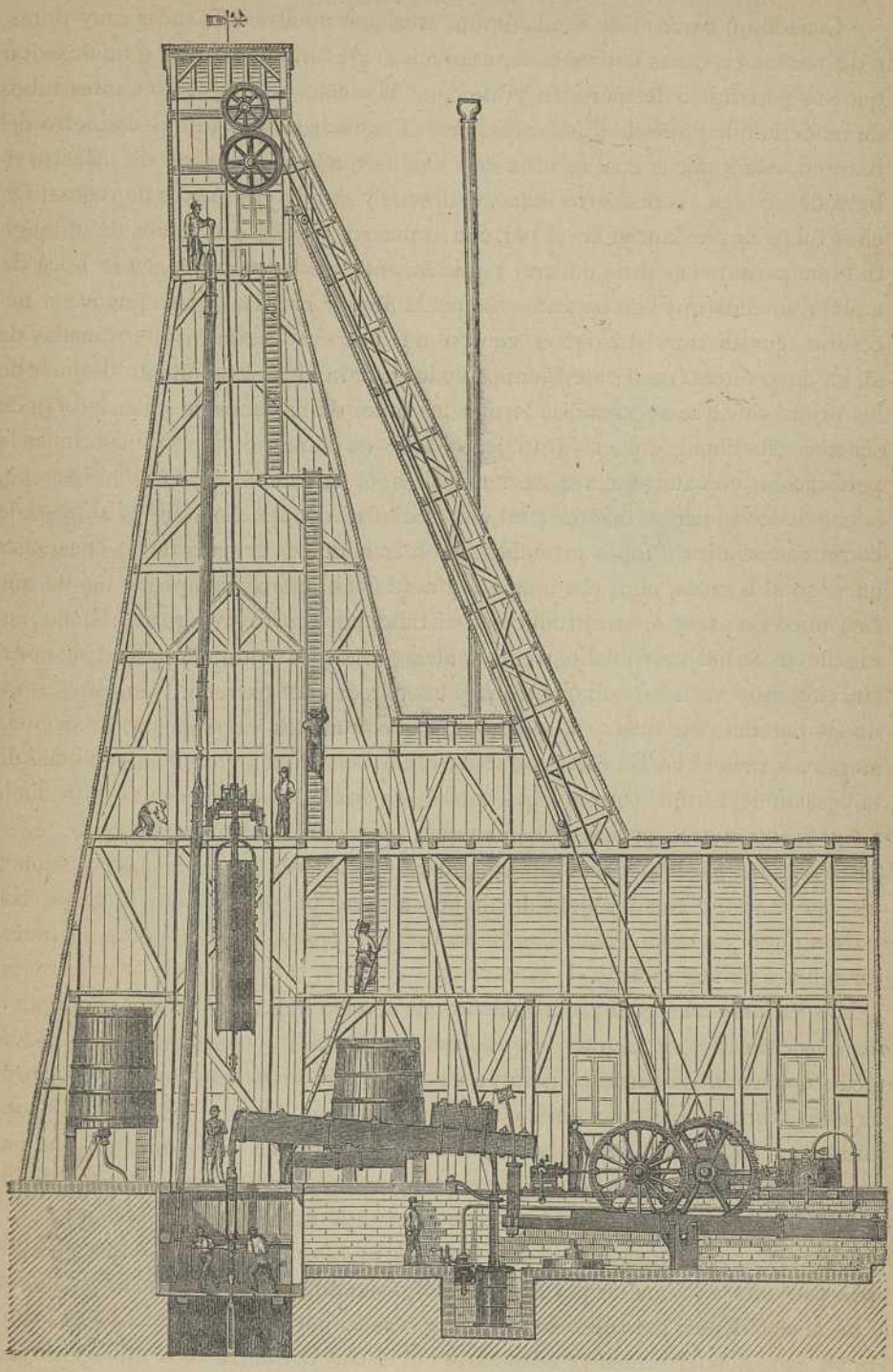


FIG. 32.—Torre de sonda del pozo artesiano de Passy (París).

tiempo consiguiente á la operación tan pesada de destornillar y atornillar las barras; pero semejante procedimiento no consiente, en cambio, en la mayoría de los casos, el empleo de las barrenas de corte derecho, porque la cuerda no permite hacerla girar con la regularidad necesaria, siendo preciso usar la barrena de estrella ó corona, cuyo efecto es muy inferior; además resulta una desigualdad notable en la corrida ó caída del instrumento á grandes profundidades, merced á la elasticidad de la cuerda. Sin embargo, gracias á la inventiva de varios ingenieros que se han ocupado especialmente en la perfección del sondeo con cuerda, construyendo aparatos de caída libre y barrenas giratorias especiales, se ha ensanchado bastante el campo de dicho procedimiento, aplicándose con señaladas ventajas en los Estados Unidos para el alumbramiento del petróleo, á cuyo fin se han profundizado muchos miles de barrenos de 500 á 700 metros de profundidad, y de 10 á 20 centímetros de diámetro.

Un procedimiento moderno de sondeo es el llamado *hidráulico*, inventado por *Fauvelle* y perfeccionado por una sociedad danesa. Consiste la sonda en una serie continua de tubos estrechos de hierro dulce, armada de una barrena que, según los casos, obra por golpe ó girando; al mismo tiempo, y mediante una bomba de presión, se introduce en el tubo un chorro de agua, que limpia constantemente el fondo del barreno y arrastra la roca triturada hasta la superficie, subiendo fuera del tubo, entre él y las paredes del barreno. De esta manera no se necesita cuchara, y la sonda trabaja con menos interrupción. El procedimiento danés se ha aplicado con buen éxito en Prusia y Dinamarca, hasta profundidades de 380 metros, registrándose casos de haber excavado la sonda de 140 á 160 metros en ocho á quince días. En terrenos deleznables, el mismo chorro de agua hace las veces de la barrena, excavando perfectamente la roca, y de este modo, y con el objeto de alumbrar aguas potables, se han practicado en Hamburgo y sus inmediaciones más de 300 pozos, alcanzando algunos la profundidad de 290 metros.

Más reciente aún es el procedimiento de sondeo hidráulico con *barrena de diamantes*, ideado por *Leschot*, en los Estados Unidos, y perfeccionado por el inglés *Beaumont*. La sonda constituye en él un tubo continuo de hierro dulce, que tiene atornillado en su extremo inferior un grueso cilindro, hueco, de acero fundido, en cuyo fondo se hallan engastados ocho ó diez diamantes negros ó pardos, procedentes del Brasil, y que cuestan, naturalmente, mucho menos que los diáfanos preciosos. Mediante un peso sujeto á la cabeza de la sonda en la superficie, se ejerce la presión necesaria sobre la barrena de diamantes, que gira á razón de 200 á 250 vueltas por minuto, desgastando la roca en círculo y dejando un núcleo dentro del tubo. El agua, impulsada por una bomba de presión, penetra por el interior de la sonda hasta el fondo del barreno, y sube por los lados, arrastrando la masa triturada. Este procedimiento de sondeo ha hallado gran aceptación en los Estados Unidos y en Inglaterra, donde se han practicado

ya, por su medio, muchos barrenos de más de 500 metros de profundidad; también se ha introducido en nuestro continente, y se citan perforaciones en los terrenos de sal gema prusianos, en las que la barrena de diamantes ha penetrado más de 140 metros en una semana, y en un caso hasta 55 metros en un solo día; el procedimiento se presta asimismo á la perforación de rocas más duras, habiéndose atravesado las del sistema permiano de Rheinfelden (Suiza), hasta la

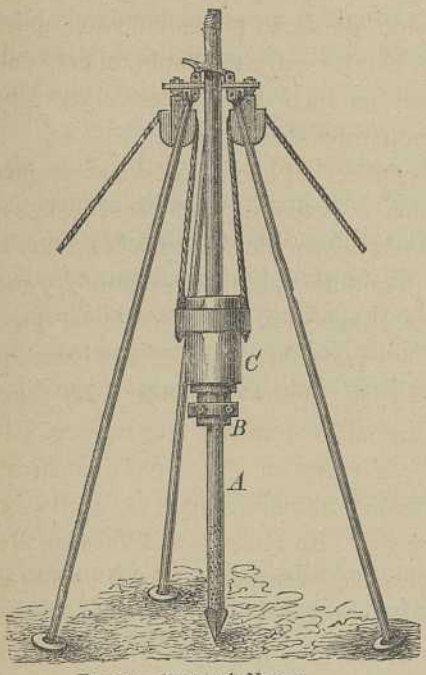


FIG. 33 —Aparato de Norton para alumbrar aguas.

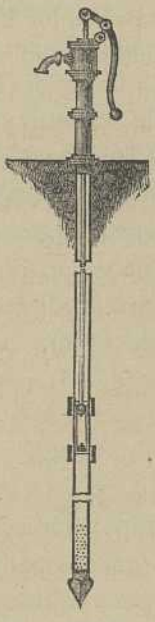


FIG. 34.—Bomba de Norton.



FIG. 35.—Aparato de Le-Grand y Sutcliff.

profundidad de 427 metros en dos meses, y en igual tiempo se ha bajado un barreno de 370 metros en Silesia, en circunstancias muy desfavorables.

Para alumbrar agua de cortas profundidades con gran rapidez y economía, se ha generalizado el aparato de *Norton*, que ha sido adoptado por los ejércitos inglés, alemán y austriaco. Como indica la fig. 33, una sencilla trípode de hierro sostiene dos garruchas, por las que pasan dos cuerdas, en las que se suspende una maza de hierro *C;* por el centro de ésta pasa un tubo *A*, provisto de una punta de acero, y agujereado lateralmente en su parte inferior; á la altura conveniente se atornilla al tubo una fuerte argolla de hierro *B*, destinada á recibir los golpes de la maza, que se producen levantándola y dejándola caer, tirando y soltando alternativamente las cuerdas; sirve de guía el mismo tubo, que penetra en el terreno á cada golpe de la maza. Atornillando nuevos tubos al primero, y

repitiendo la operación, se alcanza al cabo la capa aguanosa; entonces se quitan maza y trípode, atornillando al tubo superior una bomba de mano, con la que se saca el agua cuando se necesita (fig. 34). En lugar de la maza para hacer penetrar los tubos, se emplea, según el sistema de *Le-Grand* y *Sutcliff*, una barra, acerada en su extremo inferior, que pasa dentro del tubo é imprime el golpe directamente sobre su punta de acero (fig. 35), en cuyo caso se va alargando la barra á la vez que la tubería, y á medida que gana en profundidad. Por este medio se evita que los tubos se doblen bajo los golpes, al tropezar en un cuerpo resistente.

La mayor profundidad alcanzada en Inglaterra por una bomba de Norton ha sido de 35 metros; pero generalmente se emplea el aparato para profundidades de 7 á 8 metros, límite que prescribe el uso de las bombas de mano comunes. En los terrenos más favorables (arena, grava, caliza y ciertas margas), un tubo de 75 milímetros de diámetro puede alumbrar de 2 á 2,50 litros de agua por segundo, y excepcionalmente hasta 7 ú 8 litros. Cuando se necesita más agua, se introducen en el terreno varios tubos, á corta distancia uno de otro, uniéndolos superiormente por medio de un tubo horizontal que comunica con una bomba movida á vapor. En Burton (Inglaterra) se abastece de esta manera una fábrica de cerveza mediante 30 tubos Norton de 75 milímetros, en unión con tres bombas de vapor, que alumbran cada diez horas 2.770.000 litros de agua.

POZOS ARTESIANOS CÉLEBRES

Después de la exposición sucinta que precede, acerca de los modos de sondeo, describiremos, por vía de ilustración, algunas de las obras más célebres del género, llevadas á cabo en tiempos recientes.

A pesar del pozo artesiano de Grenelle, en París, que al cabo de siete años de sondeo alcanzó, en 1851, las arenas aguanosas debajo del terreno cretáceo, á la profundidad de 546 metros, alumbrando unos 3.000 litros de agua por minuto, hace treinta años que resultaba muy insuficiente el abastecimiento de la capital francesa, viéndose obligados muchos habitantes á servirse del agua filtrada del Sena. Tratábase por entonces del sondeo, en varios puntos de la ciudad, de otros pozos artesianos de 20 á 30 centímetros de diámetro, como el de Grenelle, cuando el célebre ingeniero Kind ofreció satisfacer todas las necesidades, mediante un solo pozo de dimensiones nunca vistas; con arreglo á su proyecto, debía tener la obra, en su punto más profundo, un diámetro de 66 centímetros, alumbrando 6.000 metros cúbicos, ó sea seis millones de litros de agua cada veinticuatro horas, á la altura de 25 metros sobre el punto más elevado del Bosque de Bolonia. El presupuesto de gastos ascendía á 350.000 francos, como máximum, y el plazo mayor para la conclusión del sondeo se fijaba en dos años;

siendo tal la confianza del ingeniero emprendedor, que estipuló como condición del contrato que, en caso de resultar el gasto menor del presupuestado, entregaría al Ayuntamiento la mitad de la cantidad ahorrada.

Antes de aceptar la proposición de Kind, sometieron las autoridades al examen de una Comisión científica estas tres preguntas: primera, si un nuevo pozo no perjudicaría al ya existente de Grenelle; segunda, si la distancia entre Grenelle y Passy (distrito propuesto por el ingeniero) era suficiente para evitar tal perjuicio; y tercera, si el aumento en el diámetro del pozo nuevo produciría un aumento correspondiente en la cantidad de agua alumbrada. Respecto á los dos primeros puntos, fué favorable el dictamen de la Comisión; en cuanto al tercero, la mayoría de los ingenieros consultados opinaba que la cantidad de agua que Kind pretendía obtener era excesiva, y que el aumento de diámetro sólo conduciría á un crecimiento de gastos; en principio era indiferente que el pozo tuviera medio metro ó dos metros de diámetro, y de cualquier manera no se alumbraría más agua que en Grenelle. Sin embargo, Kind y algunos inteligentes sostenían la opinión contraria, y en su vista adoptó el Ayuntamiento una resolución á la par sensata y digna: era evidente, decía, que sólo la experiencia podía resolver la cuestión, y que París estaba llamado á contribuir á ello, aun cuando el resultado sólo redundara en beneficio de la ciencia.

En Diciembre de 1854 se celebró, pues, el contrato con Kind, eligiéndose como punto para el sondeo la esquina que forma la Avenida de Saint-Cloud con la calle de Petit-Parc, en el barrio de Passy. Euseguida empezaron los trabajos y todo marchó perfectamente hasta el 31 de Marzo de 1857, día en que se había alcanzado ya la profundidad de 537 metros y se esperaba romper las capas aguanosas á cada momento. Pero de repente la tubería de hierro dulce que revestía la parte superior del pozo cedió en un punto á 32 metros bajo la superficie, en virtud de la presión de las arenas y arcillas terciarias que recubren la roca cretácea firme, quedando interceptado el pozo y paralizado, por lo tanto, el sondeo. En vista de la magnitud del daño y de las dificultades y gastos que suponía su reparación, llegaron las partes contratantes á un arreglo equitativo, siguiendo las operaciones por cuenta de la municipalidad, bajo la dirección de Kind. Se acordó ensanchar la parte superior del pozo hasta la roca firme, ó sea á 48 metros bajo la superficie; los dos tercios primeros recibieron un diámetro de tres metros, y el inferior uno de 2,75, revistiéndose en parte con hierro fundido cubierto interiormente con obra de piedra y cemento, y en parte con tubería de hierro dulce. La ejecución de este trabajo resultó sumamente penosa y expuesta; hubo tubo de hierro fundido de cuatro centímetros de grueso que saltaba como el vidrio bajo la presión de las capas de arcilla movediza, y más de una vez se resistieron los operarios á seguir trabajando. Mas en Diciembre de 1859, y después de vencer dificultades sin cuento, quedó terminado el revestimiento, el pozo libre hasta el fondo, y todo dispuesto para seguir el sondeo.

Como la rotura de las capas aguanosas se consideraba inminente, procedióse primero al revestimiento del pozo, por la parte superior ensanchada. Al efecto, se introdujo un enorme tubo de bronce de 14 metros de largo por 75 centímetros de diámetro, unido al revestimiento propiamente dicho, que se componía de dovelas de madera unidas y reforzadas con aros de hierro. A medida que se excavaba el fondo del pozo, bajaba la tubería en virtud de su peso y se añadían dovelas en su parte superior; mas al llegar á la profundidad de 450 metros se encalló la tubería sin haber roto aún el terreno aguanoso, y no hubo medio de hacer que bajara más. En vista de este nuevo contratiempo, se determinó introducir otro tubo de diámetro algo más reducido, que se construyó con planchas de hierro dulce de dos centímetros de grueso, dándole una longitud de 53 metros; este tubo, que pesaba cerca de 600 quintales, se bajó en una pieza, y cuando hubo penetrado hasta la profundidad de 580 metros, rompió al fin una capa arcillosa debajo de la roca cretácea; siete metros más abajo, es decir, á una profundidad de 587 metros, penetró el tubo en las arenas aguanosas el 24 de Septiembre de 1861. El resultado superó desde luego las esperanzas más optimistas de Kind, pues en las primeras veinticuatro horas se alumbraron 6.300 metros cúbicos de agua, cantidad que se elevó en los días sucesivos á casi 11.000 metros cúbicos; hoy el pozo artesiano de Passy alumbra diariamente, por término medio, 8.000 metros cúbicos, ó sean ocho millones de litros de agua, habiéndose disminuido notablemente el rendimiento del de Grenelle. El agua es bastante pura, elevándose su temperatura á 28 grados centígrados.

La ciudad de San Luis, en los Estados Unidos, tenía un pozo artesiano cuya agua no era potable, porque contenía azufre; por esta razón se practicó otro en 1865, llegando hasta la profundidad de 1.200 metros, cuando se tropezó con el granito, perdiéndose, por lo tanto, la esperanza de obtener agua; de modo que el pozo artesiano útil más profundo que existe, para el alumbramiento de agua potable, se encuentra en Budapest (Hungría); tiene 970 metros y da diariamente 1.800.000 litros.

Según Llauradó *(Tratado de Aguas y Riegos)*, los primeros ensayos de pozos artesianos en España se verificaron hace unos cincuenta años en Barcelona (1834) y Madrid (1837), y fueron infructuosos. Desde entonces, y con éxito más ó menos feliz, se han ejecutado bastantes obras del género, aunque de corta profundidad: en la huerta de Murcia existen más de 80 pozos artesianos de unos 35 metros de hondo, que alumbra cada uno 20 litros de agua por segundo; la estación de ferrocarril de Albacete tiene uno de 86 metros, que da 18,50 litros por minuto, y la ciudad de Cartagena dos, de 30 y 142 metros respectivamente; el de Realengo, en el término de Játiba, tiene 158 metros, pero el agua no sube hasta la superficie, siendo necesario elevarla 58 metros por medio de una bomba; otro pozo artesiano se ha practicado en la Hoya de los Baradellos, cerca de Alcoy, suspendiéndose la obra á los 191 metros sin encontrar agua, y lo propio

ha sucedido con el de Muchamiel, destinado al riego de la huerta alicantina, en la cual, según los cálculos, debía encontrarse el agua á los 800 metros, pero que se paró á la profundidad de 250; el llamado Pozo de los Angeles, destinado al abastecimiento de la ciudad de Alicante, tenía en 1881 la profundidad respetable de 552 metros, aunque después se suspendieron los trabajos sin haber alcanzado la capa acuífera que se buscaba. Pero el sondeo más considerable que se ha practicado en nuestro país es el de Vitoria (Álava), que merece párrafo aparte.

Emprendióse esta obra en 1879, en busca de agua con que abastecer la ciudad, bajo la dirección facultativa del ingeniero francés Richard (que no hay que confundir con el abate francés del mismo apellido, tan tristemente célebre en España como falso profeta del agua) y del geólogo francés Rollin, los cuales, después de un estudio detenido, opinaban que debían encontrarse capas acuíferas, después de atravesar las margas cretáceas impermeables de la comarca, á las que atribuían un espesor máximo de 600 á 700 metros. Instalados dos motores de vapor (uno para la maniobra de la sonda y otro para la extracción de la misma y de la cuchara), y levantada la torre correspondiente, que tenía 13 metros de altura, empezó el sondeo, en el que se emplearon: el aparato de caída libre; barrenas de un solo corte ó cincel, de 220 kilogramos de peso, y barras huecas ó tubulares, de hierro, de 12,50 metros de largo, 35 milímetros de diámetro exterior y tres milímetros de espesor. El barreno se inició con un diámetro de 45 centímetros, que fué disminuyéndose en profundidad, teniendo 35 centímetros desde los 22 á los 63 metros; 33, de 63 á 100; 32, de 100 á 500; 30, de 500 á 1.000, y 18, de esta profundidad en adelante. La marcha fué variable, alcanzando la profundización un máximum de 1,50 metros por trabajo de 15 á 16 horas; no hubo necesidad de entubar el pozo, pues si bien al principio se revistieron los 121 metros superiores, se sacó después la tubería. En Octubre de 1881, y alcanzada ya la profundidad considerable de 1.021 metros, se daba el caso extraordinario de seguir presentándose las margas cretáceas, al parecer en estratificación regular; por lo mismo era más que nunca legítima la expectación de romperlas en breve y dar con las capas acuíferas; pero desgraciadamente la barrena se encajó en el terreno á dicha profundidad, y fueron inútiles las tentativas para extraerla. Desde entonces han quedado paralizados los trabajos, pues el Municipio no quiso extender el plazo de 1882; sin embargo, parece lógico esperar un buen resultado si se llegara á las areniscas inferiores, y sería de sentir que se malogren los sacrificios con tanta constancia hechos, cuando acaso el agua se encuentre á corta profundidad del fondo actual del pozo. La obra corrió á cargo de diferentes empresas, calculándose el coste total de lo hecho en 150.000 pesetas.

En los pozos artesianos considerados hasta aquí, se eleva el agua en virtud de la presión de la columna contenida en las capas acuíferas ó permeables, alcanzando un nivel correspondiente á la altura de aquélla. Pero en algunos casos

se agrega otro factor importante al de la presión hidrostática, sobre todo en los terrenos volcánicos, donde las aguas llovedizas, penetrando profundamente en las rocas porosas y agrietadas, se calientan en alto grado, promoviendo el proceso de disolución química y asimilándose diferentes sales, así como cantidades más ó menos considerables de ácido carbónico. Bajo una temperatura relativamente elevada sólo se incorpora este gas al agua en virtud de una presión muy fuerte; de modo que, cuando se le presenta ocasión de poderse separar del líquido, la tensión que ejerce es capaz de lanzar el agua con violencia, lo cual puede observarse en pequeña escala al destapar una botella de agua gaseosa después de calentarla un poco, y en grandes proporciones en algunos establecimientos de aguas termales.

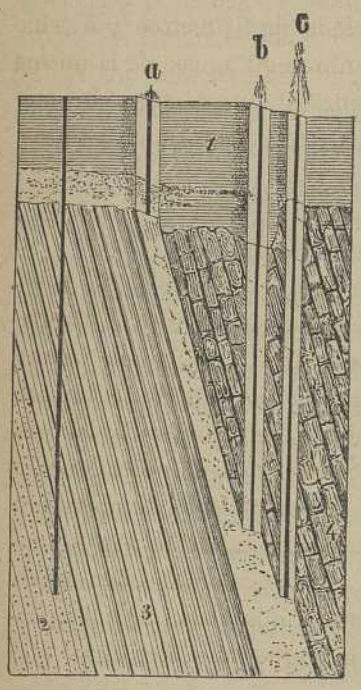


FIG. 36.—Sondeos de Nauheim (Alemania).

En Nauheim (Hesse, Alemania) se aprovechan las aguas salinas desde tiempo inmemorial, produciéndose actualmente de 36.000 á 40.000 quintales de sal cada año, haciendo mucho tiempo que se conocían también los efectos medicinales de semejantes aguas. Hace cincuenta años se trató de mejorar las condiciones de esos baños, y desde entonces se han practicado varios pozos artesianos, que demuestran muy bien lo que acabamos de exponer respecto de la acción del gas ácido carbónico. La fig. 36 representa una sección vertical de los terrenos de Nauheim con los sondeos referidos: el de la izquierda, que no está señalado con letra en el grabado, se practicó en 1838; atravesó primero unos 37 metros de arenas y gravas, *1;* luego las capas de esquisto arcilloso del sistema devoniano, *3*, y penetró en las de grauwaca, *2;* mas como no alumbraba aguas salinas á la profundidad de 207 metros, se abandonó, procediéndose luego á practicar el pozo señalado con la letra *a*, el que, después de atravesar las arenas y gravas mencionadas, tropezó con la cabeza de una capa delgada de arenisca, cuya inclinación, como todos aquellos estratos, se aproxima á la vertical, y es la roca que contiene las aguas salinas. Al principio no se elevaron éstas en el pozo; mas después de introducir una bomba y hacerla funcionar algún tiempo, empezó á desprenderse tal cantidad de ácido carbónico, que el agua saltó por impulso propio 30 centímetros sobre el nivel de la superficie, y sigue manando así á estas horas con una temperatura de 20 grados. En 1846 se practicó el pozo artesiano *b*, que, después de atravesar las arenas y gravas superficiales y las capas de mármol devoniano, *4*, alcanzó la arenisca aguanosa á la profundidad

de 174 metros; en él brota el agua gaseosa hasta medio metro sobre la superficie, con una temperatura de 28 grados. Por último, en 1855 se practicó el pozo *c*, á través de las arenas y el mármol, hasta dar con la arenisca á los 194 metros, y después de hacer funcionar la bomba durante algunos minutos, saltó el agua á la altura de 16 metros, con una temperatura de 30 grados. Esta fuente, que se llama de Federico Guillermo, es la más rica en sal, y se aprovecha principalmente para la producción de este artículo, mientras que las dos primeras surten al gran establecimiento de baños, al que acuden anualmente unas 6.000 personas.

La distancia que separa los pozos *a* y *c* no excede de 63 metros, y *b* se halla solamente á 9 metros de *c;* además los tres alumbran las aguas de la misma capa de arenisca que tiene una inclinación de 72 grados; y, sin embargo, el contenido en sal, la temperatura y el salto del agua en las tres fuentes son distintos:

a	tiene	2,5	por 100	de sal,	20º	de calor y	salta	0,33 metros.
b	»	3,5	»	»	28º	»	»	0,50 »
c	»	5,0	»	»	30º	»	»	16,00 »

Esto demuestra que la altura á que puede elevarse el agua en un pozo artesiano depende á veces de otras causas que la presión hidrostática, y que cuanto más profundo es el arranque del agua, mayor resulta su temperatura. Este último hecho se observa en casi todos los pozos artesianos, así como en las labores mineras que penetran en la tierra á diferentes profundidades, é indica que la tierra no se ha enfriado aún del todo, sino que, aumentando su temperatura hacia el centro, el núcleo debe hallarse todavía en estado candente. Por lo tanto, cuanto más se aproximan las capas aguanosas á este centro de calor, tanto más se habrán de calentar, y, por lo tanto, es natural que, mientras más profundo sea un pozo artesiano, más elevada será la temperatura del agua que alumbra.

La temperatura creciente hacia el centro de la tierra parece ser también la causa de la diferencia de altura á que salta el agua en los tres pozos de Nauheim, la cual contiene ácido carbónico, del mismo modo que el vino de Champagne y la limonada gaseosa; y es un hecho bien conocido que el agua caliente ó salina absorbe dificilmente dicho gas, á menos de hallarse bajo la influencia de una fuerte presión. Por otra parte, hemos visto que el contenido en sal aumenta con la profundidad; lo que se explica fácilmente, puesto que la parte superior de la capa arenisca recibe primero las aguas dulces que se filtran desde la superficie y tienden continuamente á diluir la disolución salina. Dado, pues, el aumento de la temperatura, así como el de la sal, con la profundidad, las aguas contendrían cada vez menos ácido carbónico, si no fuera por la presión, que también aumenta en igual sentido, y que favorece la saturación del agua salina con ácido carbónico, mientras que el calor tiende á expulsar dicho gas. Si en este

estado se elimina el factor de la presión, poniendo la capa aguanosa, mediante un pozo artesiano, en comunicación con la superficie, es evidente que el calor no encontrará ya obstáculo y expulsará el gas, que, al salir con violencia, arrastrará el agua hacia arriba en forma de espuma, cual sucede con el vino de Champagne cuando se destapa la botella.

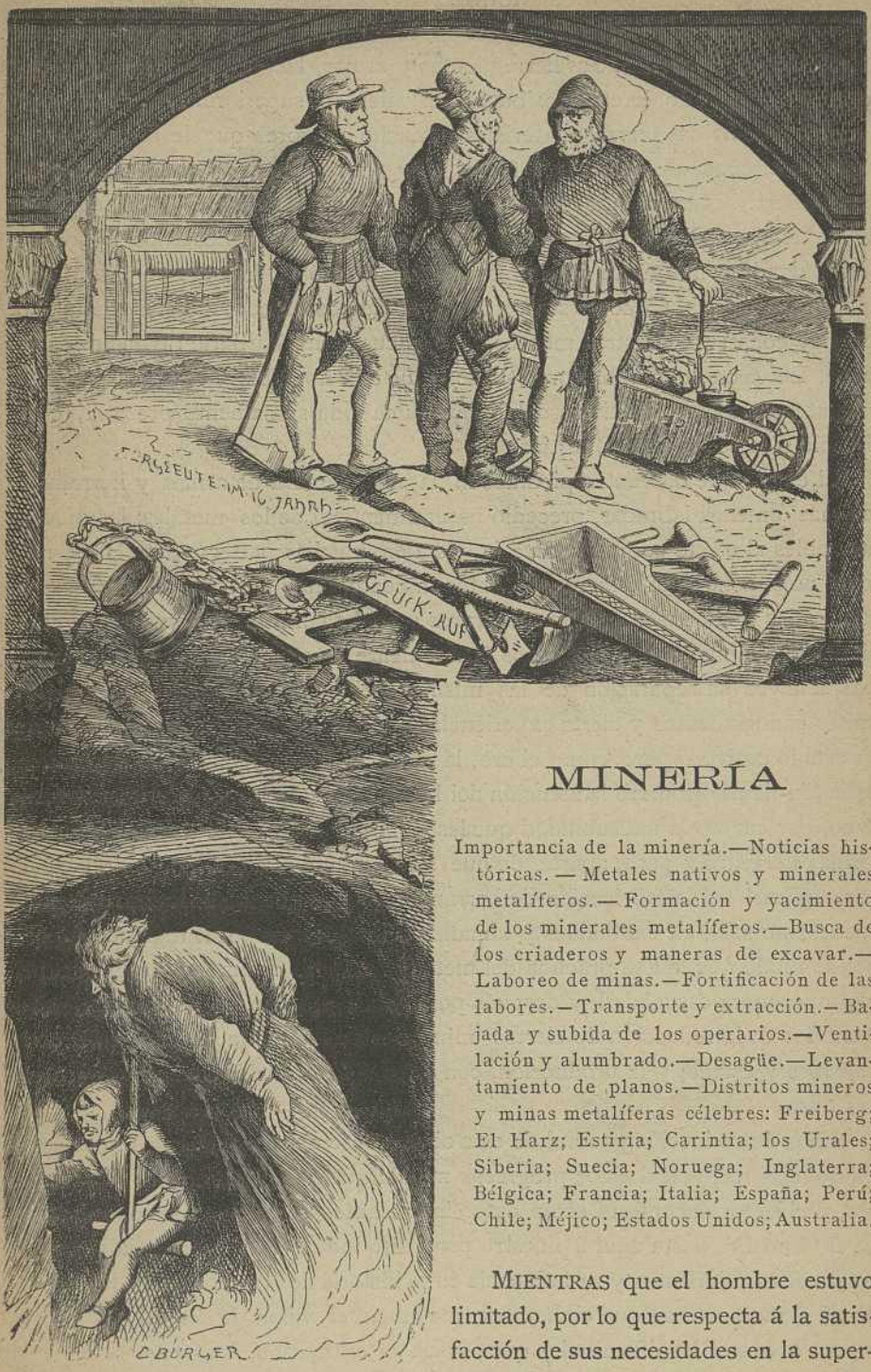
Supongamos que en el caso de Nauheim, y bajo la influencia de la presión creciente, las disoluciones salinas de distinta densidad absorben en sus diferentes profundidades la misma cantidad de ácido carbónico; por ejemplo, 2 metros cúbicos de este gas por cada metro cúbico de agua salina. Al eliminar la presión en el punto *c* (fig. 36), se escaparían del agua 1,75 metros cúbicos de gas, ó lo que es lo mismo, cada metro cúbico de la disolución se transformaría en 2,75 de espuma; en *b* equivaldría esta cantidad á 2,50 metros cúbicos, y en *a* no pasaría de 2, puesto que la temperatura más baja y el contenido menor en sal en estos puntos, permitirían la retención por el agua de mayor cantidad de ácido carbónico. De esto se sigue que en *c*, donde tiene lugar el aumento máximo de volumen, es decir, donde una cantidad determinada de agua salina se convierte en la mayor cantidad de espuma, el movimiento ascendente será más violento, y el salto á la superficie será más alto; en cambio, en *a*, será el salto muy inferior, como de hecho sucede, porque el aumento de volumen y el movimiento resultan menos acentuados.

Los pozos artesianos de Nauheim alumbran por día tres millones de litros de agua salina, y más de cinco millones de ácido carbónico. El agua contiene tanta sal en disolución, que si se evaporara la que sale diariamente, se obtendría cada vez un residuo sólido de 4.600 kilogramos de peso.

La célebre fuente medicinal de Kissingen, en Baviera, procede también de estratos salinos á 628 metros bajo la superficie, siendo ésta la profundidad del pozo artesiano que alumbra la disolución gaseosa, cuya temperatura, sin embargo, no pasa de 20 grados. El salto es de 28 metros; pero aquí, lo mismo que en el pozo principal de Nauheim, se mantiene tapado el orificio, á fin de no desperdiciar el agua y causar perjuicio á otras fuentes vecinas. En Oeynhausen (Prusia) existe otro célebre establecimiento balneario, análogo á los anteriores, con un pozo artesiano de 697 metros de profundidad, que alumbra agua gaseosa de 34 grados de temperatura, y en Mondorf (Luxemburgo) hay también una fuente medicinal, cuyas aguas se alumbran desde la profundidad de 732 metros.

El hecho de que la temperatura aumente hacia el centro de la tierra, es de gran importancia para las teorías geológicas, pues permite sacar conclusiones acerca de la formación y estado actual del globo. Las observaciones verificadas en diferentes pozos mineros profundos, así como en los pozos artesianos y otros sondeos de consideración, acusan un aumento de temperatura de un grado centígrado por cada 25 á 40 metros de profundidad, debiéndose las variaciones,

entre otras causas, á la diferencia en la conductibilidad térmica de las rocas; por término medio, resulta un aumento de un grado por cada 30 metros. En el pozo artesiano de Passy, por ejemplo, el termómetro acusó durante su perforación una temperatura de 22,2 grados á los 290 metros bajo la superficie; una de 24° á los 400 metros; de 26°,4 á los 490, y de 27°,7 á los 530 metros; del mismo modo, en el sondeo de Neusalzwerk, en Westfalia, se registraron: á los 180 metros, 19,6 grados; á los 400, algo más de 27°; á los 620 metros, 31°,4 y á los 686 metros, 33°,5. Teniendo en cuenta los diferentes factores del cálculo, resulta en dichos dos casos un aumento medio de un grado por 30 á 31 metros; y si se toma como base esta proporción, tenemos que á una profundidad de 70 kilómetros próximamente, el calor debe ser suficiente para fundir la roca ó el metal más refractario. En un sondeo practicado recientemente cerca de Halle (Prusia), de que hablaremos más adelante, y á la profundidad de 1.716 metros (la más considerable alcanzada en parte alguna), se registró una temperatura de 56°,63.



MINERÍA

Importancia de la minería.—Noticias históricas. — Metales nativos y minerales metalíferos. — Formación y yacimiento de los minerales metalíferos.—Busca de los criaderos y maneras de excavar.—Laboreo de minas.—Fortificación de las labores.—Transporte y extracción.—Bajada y subida de los operarios.—Ventilación y alumbrado.—Desagüe.—Levantamiento de planos.—Distritos mineros y minas metalíferas célebres: Freiberg; El Harz; Estiria; Carintia; los Urales; Siberia; Suecia; Noruega; Inglaterra; Bélgica; Francia; Italia; España; Perú; Chile; Méjico; Estados Unidos; Australia.

MIENTRAS que el hombre estuvo limitado, por lo que respecta á la satisfacción de sus necesidades en la superficie de la tierra, á los productos de los reinos animal y vegetal; mientras que no supo ó no pudo aprovechar las materias tan valiosas que atesora el subsuelo, permaneció necesariamente en cierto

estado de desvalimiento. Sus herramientas y armas, factores indispensables sin los que entonces no le era posible hacer valer su superioridad intelectual ni enseñorearse de las fuerzas materiales y mucho mayores que le ofrecía la naturaleza circundante, eran por fuerza muy imperfectos, antes de que en su manufactura llegara á utilizar la piedra y el metal. Aunque no se conserva de los tiempos primitivos la menor noticia, no es difícil apreciarlos por analogía, tomando como punto de comparación el estado del hombre en la primera época prehistórica, tal como se nos revela en las toscas herramientas de piedra que hoy conservan nuestros museos, y que acusan una barbarie rayana en salvajismo. En efecto: el hombre prehistórico, que aún no había llegado á poder labrar utensilios tan primitivos, debió llevar una vida sumamente precaria, comparable sólo con la de las bestias.

El empleo de diferentes piedras en la manufactura de armas y herramientas más ó menos labradas, precedió naturalmente al de los metales; las piedras utilizables al efecto se presentan á la vista en muchas partes, y su labra más tosca no supone gran esfuerzo del entendimiento, aunque sí cierta destreza; en cambio los metales son mucho más raros y se hallan más escondidos, presentándose en la mayoría de los casos íntimamente combinados con otras sustancias; á la vez su separación de las mismas y el aprovecharlos implican bastantes conocimientos y cierta experiencia. Los metales que suelen encontrarse en estado nativo ó puro, como el oro, la plata, el cobre y el hierro meteórico, debieron llamar primero la atención del hombre, y su aprovechamiento parecía llano, por cuanto la maleabilidad que les es inherente permite darles á golpe las formas necesarias; pero, aparte de que su blandura relativa era un obstáculo para aplicarlos á la fabricación de herramientas y armas, los metales nativos se encuentran sólo, en cantidades y tamaños utilizables, en pocas regiones del globo; de modo que la Era práctica del metal no empezó realmente hasta que, primero por mera casualidad, y después por imitación, se inició el hombre en los misterios de la reducción de ciertos minerales de hierro, la fundición de otros de cobre y estaño, y la producción, con estos últimos, del bronce, relativamente tan duro.

En la Introducción general de esta obra (véase el tomo I) hemos sintetizado las noticias relativas á estos progresos metalúrgicos de los tiempos prehistóricos, y el lector encontrará otros datos interesantes sobre su desarrollo ulterior, en el tomo IV; basta aquí á nuestro propósito indicar la importancia de semejantes descubrimientos y su influencia en la historia de la civilización. En efecto; desde el momento en que el hombre reconoció el valor de los metales y comenzó á vencer las dificultades que ofrecía su extracción, empezó naturalmente á buscar los minerales correspondientes en el seno de la tierra, donde sólo podía hallarlos en cantidad suficiente; desde ese momento empezó á crecer su bienestar material. No el oro ni la plata, sino el hierro, el cobre y el estaño

han sacado al hombre de su miseria primitiva, poniendo en su mano los medios de aprovechar los tesoros de la naturaleza: el martillo y el cincel con que excavar las rocas, el arado que revuelve la tierra de labor y la hoz que corta las mieses. Sin dichos metales nunca hubieran progresado las artes é industrias como lo han hecho, ni habrían sido posible las ciencias relativas á la Naturaleza, cuyo desarrollo supone precisamente multitud de instrumentos y aparatos metálicos.

Es evidente, pues, que la extracción de los metales del seno de la tierra ofrece el mayor interés, especialmente en un país como el nuestro, cuyo subsuelo atesora tantas riquezas. Por esto nos proponemos en el presente capítulo, y los que le siguen, iniciar á nuestros lectores en los procedimientos mineros, mostrándoles cómo se extraen tan valiosos productos. Empezaremos por los metales y sus minerales, ocupándonos después de los combustibles fósiles, la sal gema, y las piedras preciosas.

NOTICIAS HISTÓRICAS

De lo que acabamos de decir se desprende que la industria minera es mucho más antigua que la Historia propiamente dicha. En los montes Altai y los Urales se han encontrado, en antiguas labores mineras poco profundas, herramientas de cobre; prueba de que, conocido ya este metal, se buscaban sus minerales en el seno de la tierra. Dichas labores se atribuyen á los Tschudes, pueblo desaparecido, cuyos antiquísimos sepulcros contienen utensilios de piedra y cobre al lado de toscos adornos de oro; sus trabajos mineros se extendían en los Urales más al Norte que Perm, según se ve por los montones de escombros extraídos y las depresiones del terreno excavado. Tanto en esa región como en los montes Altai, donde hacía tal vez miles de años que los criaderos metalíferos no se habían vuelto á explotar, dichos indicios superficiales condujeron en muchos casos al descubrimiento de depósitos importantes cuando, á principios del siglo pasado, Pedro *el Grande* dió nuevo impulso á la minería en Rusia. Entonces se observó que los mineros primitivos sólo habían sacado el mineral útil de las rocas más blandas ó descompuestas, no habiendo podido excavar la roca dura.

Los primitivos pobladores de América conocían sólo el oro, la plata y el cobre, pues el empleo del hierro en su forma nativa estuvo limitado, en los prehistóricos, á los antiguos esquimales de Groenlandia. En cambio, desde una época sumamente remota, varios pueblos orientales y del África aprovechaban ciertos depósitos superficiales de mineral de hierro, obteniendo, por un procedimiento de reducción muy primitivo, el metal dulce, que convertían en utensilios y armas. Dicho procedimiento siderúrgico, que se practica aún en muchas partes de África y las Indias Orientales, debió comunicarse pronto á los pueblos europeos, á juzgar por los muchos y antiquísimos escoriales ferruginosos que se

encuentran en diferentes regiones de la Europa central. Los mitos germanos hablan repetidamente de los «herreros de las selvas,» y Siegfried, el héroe mítico de la célebre epopeya de los Nibelungos, se forjó una espada de hierro. La lingüística nos enseña que las tribus germanas tenían, desde tiempo inmemorial, un nombre original para el hierro; este nombre es el de *ison*, conservado con una variante ligera en el *iron* de los ingleses, y que nada tiene de común con la voz bretona *fer* (del latín *ferrum*, de donde provienen nuestros «ferro» y «hierro»), y menos aún con el griego *sideros*. El aprovechamiento extenso de los minerales de cobre y estaño en tiempos remotos, se evidencia también por los numerosos utensilios y adornos de bronce que se encuentran en sepulcros prehistóricos, y que fueron introducidos en Europa, probablemente por los fenicios, fabricándose más tarde por nuestros mismos pueblos.

Los pueblos nómadas, ó de costumbres poco sedentarias, no podían dedicarse á la minería propiamente dicha, y sólo aprovechaban los metales ó minerales que encontraban casualmente á mano en la superficie de la tierra, como hacían, hace cuarenta años, los primeros descubridores de oro en California y Australia. En muchos casos la naturaleza ha facilitado el hallazgo, descomponiendo las rocas y poniendo de manifiesto las partículas metálicas que contenían, ó acumulándolas, mediante el agua, en las arenas arrastradas. En otros casos los descubrimientos se debieron á la casualidad, como en el célebre distrito cobrizo del Rammelsberg (Harz), donde, según es fama, el caballo del rey Enrique I arrancó un trozo de mineral, que llamó la atención por su brillo; y en Joachimsthal (Bohemia), en que un árbol, derribado por una tempestad, y á cuyas raíces estaban adheridos trozos de plata nativa, reveló la existencia de ricos filones de ese metal. Semejantes hechos debieron ser frecuentes, como lo son aún, en regiones vírgenes; mas allí donde los depósitos metalíferos superficiales se hallaban ya agotados, se vió precisado el hombre á excavar más hondo en busca de nuevos tesoros, y así se desarrolló la verdadera minería.

Esta industria se practicaba ya por los egipcios y fenicios, propagándose, al parecer, desde Cartago á las costas europeas del Mediterráneo; en esos tiempos debió explotarse en Inglaterra el estaño, que los fenicios venían á buscar costeando el Atlántico. En Grecia eran célebres las minas de plata, plomo y cinc del Laurión; pero los romanos, de genio más práctico, supieron aprovechar, mejor que los griegos, las riquezas subterráneas, en cuya explotación solían emplear sus prisioneros de guerra, reducidos á la esclavitud. También se enviaban los criminales á las minas, y sabiendo que semejante castigo se consideraba entonces como equivalente á la pena de muerte, nos podremos formar idea de la triste suerte de los mineros romanos. De esta manera explotaron los dominadores del mundo muchas minas en España, Francia, Inglaterra, Alemania, Hungría y Galitzia.

Acerca de las antiguas minas españolas se encuentran referencias interesan-

tes, aunque muchas veces exageradas, en los escritos de Estrabón. Diodoro Siculo, Posidonio y Plinio, según las cuales los romanos extraían de nuestra península grandes cantidades de oro, plata, cobre, plomo, hierro, estaño y mercurio; citándose como las regiones donde se ejercía esta industria Asturias, Galicia, Andalucía, cuencas del Tajo, Guadiana y Duero, Portugal, y especialmente Castulo, Sisapo (Almadén), Carthago nova (Cartagena) y Ríotinto. Además, los romanos sacaban oro de Egipto y la Galia, cuyo último país (hoy Francia), producía también plata, plomo, cobre y cinc; las minas de Cornwall (Inglaterra) les daban estaño, y en la isla de Elba y en Silesia explotaban ricos depósitos de hierro. En Alemania existen también indicios de la minería romana, particularmente cerca de Ems, sobre el Lahn, y en las selvas Negra y de Bohemia; mas parece que los romanos no tuvieron mucha suerte con sus minas alemanas. Por regla general, los romanos perseguían, sin duda, una explotación puramente codiciosa, sin curarse del porvenir de las minas, lo cual no obsta para que tuviesen aparatos para la extracción de las aguas y para que tomasen disposiciones, respecto de la ventilación de las labores, que indican cierto adelanto en el arte; también conocían la llamada *torrefacción* ó excavación por medio del fuego mediante la que quebrantaban las rocas más duras.

Con la decadencia del Imperio romano cayó la minería en una paralización completa, que continuó naturalmente en los tiempos tan turbulentos que fueron testigos del gran movimiento de los pueblos germanos. Desde el siglo VII se desplegó alguna actividad minera y metalúrgica en Moravia, Bohemia y Sajonia, y en el siguiente se descubrieron los ricos filones de Schemnitz y Przibram, empezándose la explotación de las minas de plomo y plata de Sala, en Suecia. Carlomagno y otros magnates francos promulgaron mandamientos sobre la minería, reservándose ciertos derechos y parte de los beneficios; mas aunque en el siglo X se beneficiaban ya los minerales plomizos y cobrizos del Rammelsberg y de Mansfeld, en el Harz, y la sal gema en Salzburgo, puntos que llegaron á ser, y son todavía, importantes centros mineros, no se dió verdadero impulso á la industria minera hasta el XII. En efecto, á él se remonta el descubrimiento de los ricos filones metalíferos de Freiberg y otros puntos de Sajonia, cuya explotación, así como la de otros muchos del Centro y Norte de Europa, se activó de un modo notable desde el siglo XIV, merced más especialmente al empleo de la pólvora. En Inglaterra tomó la minería algún incremento después de la conquista normanda, pero no adquirió gran desarrollo hasta el siglo XVI; el estaño, el cobre y el plomo eran los principales productos; el hierro se explotaba aún poco, y si bien la extracción de hulla ó carbón de piedra se remonta en dicho país al siglo IX, y hay noticia de concesiones de minas de hulla hechas por Enrique III en 1234, muchas personas consideraban su combustión como perjudicial para la salud, y se prohibió en Londres en 1273, no adoptándose hasta unos cien años más tarde. Su explotación en mayor escala, lo mismo que

la del hierro, data de una época posterior, del siglo XVII. Los depósitos de hulla de Zwickau (Sajonia) se descubrieron en el siglo X, y en el XII se laboreaban minas de carbón en Bélgica.

En España siguieron beneficiándose, durante la dominación árabe, algunas minas de Andalucía, mientras que en las demás regiones del país yacía la industria minera en el más completo abandono. En el siglo XIII consignaron nuestras Partidas que las minas eran del dominio del Rey, quien las concedía á los particulares á cambio de ciertas cargas; y aunque más tarde declaró Juan I libre el aprovechamiento de ellas, se reservaba las dos terceras partes de los beneficios, tributo oneroso que impedía necesariamente el desarrollo de la industria. Los Reyes sucesivos volvieron al sistema de concesiones arbitrarias, que, merced sin duda á la codicia de los privilegiados con ellas, dieron en general resultados negativos, y el descubrimiento en América de ricas minas de oro y plata contribuyó á aumentar la postración de la minería española, borrando hasta el recuerdo de las riquezas patrias, la visión de un Eldorado lejano. En 1555 se descubrieron los célebres filones argentíferos de Guadalcanal, y por la misma época el procedimiento de beneficio por amalgama de los minerales de plata, inventado en Méjico por Bartolomé de Medina, vino á activar la producción del azogue en Almadén, que recibió impulso á manos de los condes Fugger, de Augsburgo (los Fúcares, como se llamaban en España), quienes tomaron en arrendamiento nuestras minas de cinabrio. A la vez se dieron varias pragmáticas encaminadas á remediar el lamentable estado de la minería en nuestro país; pero en medio de la decadencia general de los siglos XVII y XVIII, dicha industria tuvo la misma suerte que las demás, no volviendo á renacer hasta la promulgación del real decreto de 1825. Desde entonces se activó la explotación de los plomos de Almería y Murcia; en 1844 se descubrieron los filones de plata de Hiendelaencina, y comenzaron á afluir los capitales y procedimientos extranjeros, desarrollándose la minería en escala notable en dichos puntos, así como en Linares, Santander, Huelva y otras comarcas.

Entretanto, y desde que el alemán Bauer (Agrícola) publicó á comienzos del siglo XVI su célebre tratado de minería y metalurgia, habíanse mejorado los modos de explotación y los aparatos, al par que se multiplicaron y extendieron los campos mineros especialmente en Inglaterra, Suecia, Noruega y Rusia; en Alemania y Francia se paralizaron los adelantos á consecuencia de las terribles guerras religiosas. Los hierros escandinavos gozaban de mucha fama, y desde principios del siglo XVIII se hicieron importantes descubrimientos de cobre y metales preciosos en los Urales y montes Altai (Siberia). Más tarde, y especialmente en vista de la invención de la máquina de vapor, tomó gran incremento la explotación de las minas de hulla y hierro, mientras que desde principios de este siglo comenzó á desenvolverse sistemáticamente el arte del laboreo de minas, gracias á los progresos científicos y los esfuerzos lau-

dables de la célebre escuela minera y metalúrgica de Freiberg (Sajonia), cuya fundación data de 1765, las de Chemnitz (Sajonia) y de Schemnitz (Hungría), abiertas en 1770, y la de París (1783). Desde entonces se ha desarrollado en Europa la minería á pasos agigantados; y merced á la actividad de la raza inglesa, ha alcanzado enorme incremento en los Estados Unidos, Australia y otras regiones lejanas del globo, tomando nuevo impulso desde los memorables descubrimientos de oro en California (1847) y Australia (1851). Sin embargo, la importancia de la minería se cifra hoy menos en la explotación de los metales preciosos que en la del hierro y de la hulla, que son las verdaderas piedras angulares de la prosperidad moderna.

METALES NATIVOS Y MINERALES METALÍFEROS

Prescindiendo de los carbones fósiles, varias sales, etc., á que hemos de dedicar capítulos separados, reseñaremos aquí los minerales más importantes desde el punto de vista del minero, empezando por los metales que suelen presentarse en estado nativo.

El *oro* se encuentra ya en partículas capilares, filiformes arborescentes, ó como láminas pequeñas y granitos, y á veces también formando diminutos cristales, ora en filones, ora en capas ó diseminado en la masa de rocas antiguas (esquistos cristalinos); pero se ofrece generalmente en forma de granos, hojuelas ó pepitas, revueltos con arena, légamo, etc., procedentes de la descomposición y el desgaste de las rocas matrices, arrastrados y depositados por las aguas, y que constituyen los llamados *placeres*. Las arenas que arrastran de continuo muchos ríos actuales, como el Danubio y el Rhin, y nuestros Darro y Sil, contienen pequeñas cantidades de oro.

El *platino* acompaña á veces al oro en los filones de cuarzo de los Urales, pero se presenta con mayor abundancia, y en forma de granos, pepitas y láminas, en los «placeres» de dichas montañas, en Colombia, el Brasil, Santo Domingo, California y Borneo, aunque en mucho menos cantidad que el oro. Con el platino se encuentran á veces pequeñas cantidades de los metales raros llamados iridio, platino-iridio, iridosmio y paladio.

La *plata* nativa suele presentarse en los filones de las rocas antiguas, sola ó con otros minerales argentíferos, en Noruega, Sajonia, Bohemia, Méjico, Chile, Perú, etc., habiéndose encontrado también en algunas minas españolas, como las de Hiendelaencina y Guadalcanal, y particularmente en una capa ferruginosa de Las Herrerías (Almería). Forma, por lo general, pequeñas masas capilares ó denticulares, filiformes y laminares; sólo por excepción se presenta en masas considerables. En las célebres minas de Kongsberg (Noruega) se extrajo en 1834 una masa de plata que pesaba siete y medio quintales, y en otra

época se halló en una mina sajona, cerca de Johann-Georgenstadt, una masa análoga, pero del peso de unos 100 quintales.

También se encuentra el *cobre* nativo en muchas partes, como en Cornwall, Saska, Moldavia, Ríotinto, Australia y Perú, afectando formas denticulares, arborescentes, laminares, etc., en medio de otros minerales cobrizos; pero rara vez en masas bastante considerables para que sea por sí solo objeto de explotación, como sucede, por ejemplo, en el célebre distrito del Lago Superior (Estados Unidos), donde abunda el cobre nativo, habiéndose encontrado en el mismo masas enormes, en especial una de 12 metros de largo por 5 de ancho y 60 centímetros de grueso, cuyo peso era de 6.000 quintales próximamente.

El *mercurio* se presenta á veces en estado nativo y en forma de gotas más ó menos grandes y como aplastadas en las grietas de la roca, en Almadén, Istria, Perú y California. En algunos casos contiene oro ó plata, constituyendo las llamadas amalgamas naturales; pero el mercurio nativo representa una proporción exigua de la producción total.

Se encuentran asimismo algunos otros metales en estado nativo, pero en cantidades tan pequeñas y tan raramente, que no tienen importancia para el minero, el cual sólo aprovecha el *arsénico* y el *bismuto* nativos, de los que el último representa la mayor parte del metal empleado en medicina y algunas industrias.

Los minerales metalíferos son combinaciones de los metales con otras sustancias ó elementos químicos, y carecen de naturaleza metálica propiamente dicha. Los metales que tienen poca afinidad química con otros elementos, como el oro y el platino, se presentan en la naturaleza casi exclusivamente en estado nativo; pero dicha afinidad es ya bastante fuerte en la plata, para que este metal pueda formar con el oxígeno, el azufre, teluro, selenio y arsénico, combinaciones bastantes resistentes, es decir, que no se descompongan tan fácilmente bajo las influencias de la atmósfera, del agua y algunos agentes químicos. Los metales más comunes, como el hierro, el plomo, el cobre y el cinc, se encuentran, por el contrario, sólo por excepción, ó nunca, en estado nativo, abundando únicamente en forma de compuestos oxidados ó terrosos, sulfurosos, arsenicales, antimoniales, etc., ó sea de minerales metalíferos que tienen la mayor importancio para el minero. El mineralólogo los clasifica científicamente con arreglo á sus caracteres químicos; nosotros sólo nos proponemos reseñar los principales desde el punto de vista industrial, es decir, agrupándolos con arreglo al metal predominante en ellos.

De todos los *minerales de plata*, el sulfuro ó *plata negra* es el más rico, pues se compone de 87 por 100 del metal precioso y 13 de azufre; abundaba antiguamente en las célebres minas de Sajonia y Hungría, las de Kongsberg, en Noruega, en las nuestras de Hiendelaencina y muchas mejicanas. Síguele de cerca el antimoniuro de plata, ó *discrasita*, con 77 por 100 de plata y 23

de antimonio, por regla general, aunque á veces contiene hasta 86 por 100 de plata. El sulfo-antimoniuro, llamado *estefanita*, se compone de 68,5 por 100 de plata, 15,3 de antimonio y 16,2 de azufre, y la *polibasita* tiene de 64 á 72 de plata, y el resto de antimonio ó arsénico con algún cobre. La *stromeyerita* es un compuesto de sulfuro de plata y sulfuro de cobre, con 53 por 100 de aquel metal, y la *freieslebenita*, ó plata estriada, de Hiendelaencina, se compone de sulfuro de plata, antimonio y plomo. El teluro de plata, ó *hessita*, que se encuentra en los montes Altai y en Transilvania, contiene 62 por 100 de plata y el resto de teluro, con pequeñas cantidades de plomo, hierro y azufre. Aunque los minerales referidos se presentan frecuentemente cristalizados y con brillo más ó menos metálico, son opacos y afectan colores negruzcos ó grises; en cambio dos de los minerales de plata más importantes se distinguen por la semitransparencia de sus cristales y sus hermosos colores rojos: tales son la *pirargirita*, ó plata roja oscura, un sulfo-antimoniuro con 59 por 100 de dicho metal, y la *proustita*, ó plata roja clara, de precioso color carmesí, que es una combinación de plata (65,4 por 100) con azufre y arsénico. De los ceratos de plata ó combinaciones de este metal con cloro, bromo y yodo, sólo mencionaremos la *kerargirita*, ó plata córnea, así llamada por su parecido con el cuerno; es un cloruro natural, casi siempre en forma de costras de color gris verdoso ó azulado, en el cual nadie sospecharía la presencia de un 75 por 100 de plata.

El metal precioso de que hablamos no está circunscrito á los minerales ya enumerados, y otros análogos más raros, sino que se encuentra también en cantidad variable en numerosos minerales que, dado el metal preponderante, podemos llamar de plomo, cobre, arsénico, cinc, antimonio, etc.: tales son, por ejemplo, el sulfuro de plomo, que contiene de 0,01 á 1 por 100 de plata; los llamados cobres grises, en los cuales se encuentra á veces 20 ó 30 por 100; diferentes piritas de cobre y hierro, y el sulfuro de cinc. De éstos y otros se extrae la plata, no directamente, sino por procedimientos secundarios.

Los *minerales de cobre* más importantes, desde el punto de vista de su riqueza en metal, son los óxidos y las sales. Tenemos en primer término la *cuprita*, ó cobre rojo, un protóxido natural con 88 por 100 ó más de cobre, que se presenta cristalizado ó en agregaciones granulosas de color rojo de cochinilla. A veces está mezclada con óxido de hierro, en cuyo caso afecta un color menos vivo y disminuye naturalmente su riqueza. La *malaquita*, ó carbonato verde de cobre, con 72 por 100 del metal, es un mineral muy apreciado, que se presenta en pequeñas cantidades en muchos puntos, como resultado de la descomposición de otros minerales cobrizos; llama la atención por su hermoso color verde de esmeralda ó cardenillo. En algunos distritos mineros, como el de Nishni-Tagilsk (Siberia), se encuentra en grandes masas, cuyas partes más puras se labran artísticamente y pulimentan, empleándolas como piedra de adorno. El carbonato azul, ó *azurita*, se caracteriza por su precioso color azul de Prusia; pero es más

raro que la malaquita y contiene menos cobre, aunque en su estado más puro puede elevarse la proporción hasta el 69 por 100.

Dichos minerales cobrizos son, hablando en general, poco comunes, y á pesar de su riqueza y de la facilidad con que se benefician metalúrgicamente, sólo representan una parte mínima del cobre que se produce en el mundo. Por esto los sulfuros de cobre tienen para el minero un interés mayor, por más que intrínsecamente valgan menos y sean más difíciles de fundir. Los sulfuros cobrizos más ricos, como la *calcosina*, con el 79 por 100 de cobre, la *covellina*, con 66 por 100, la *bornita*, con 55 por 100, y la *stromeyerita*, que mencionamos ya entre los minerales argentíferos y tiene 31 por 100 de cobre, son los que menos abundan; y aunque se presentan en muchos distritos mineros en cantidad variable, sólo tienen, por regla general, una importancia relativa. De aquí que la *calcopirita*, ó pirita de cobre, que en su estado normal se compone de 34,6 por 100 de cobre, 30,5 de hierro y 34.9 de azufre, y se encuentra en gran abundancia en tantas partes de la tierra, sea, en efecto, la materia primera de la que se extrae actualmente la mayor parte del cobre que se produce, por más que no siempre se presente en su estado de pureza y de riqueza normal; no necesitamos recordar las enormes cantidades de cobre que producen las minas de Ríotinto y el Tharsis, en la provincia de Huelva, y las de Santo Domingo, en Portugal; pero sí llamaremos la atención de nuestros lectores sobre un hecho muy significativo, á saber: que el mineral que se aprovecha en todas ellas es una mezcla de calcopirita con piritas de hierro y arsenicales, cuya riqueza en cobre es sólo del 3 al 5 por 100, por término medio.

Hay además varios minerales cobrizos arsenicales ó antimoniales que constituyen el interesante grupo mineralógico de los llamados *cobres grises*, y que son combinaciones diversas del sulfuro de cobre, plata, hierro, cinc ó mercurio, con sulfuro de antimonio ó arsénico, conteniendo de 15 á 55 por 100 de cobre. El cobre gris común, ó *tetraedrita*, se compone de sulfo-antimoniuro de cobre, sulfuro de cobre y sulfuro de cinc (con 38 por 100 de cobre), y la variedad arsenical, es decir, en la que el arsénico hace las veces del antimonio, contiene 55,4 por 100 de cobre. Mencionaremos también una variedad llamada *enargita*, compuesta de sulfo-arseniuro y sulfuro de cobre, con 48,4 por 100 de este metal, que se encuentra rara vez en Europa, pero que forma un filón poderoso cerca de Mancayán, en la isla de Luzón (Filipinas), presentándose también con bastante abundancia en el Perú, Argentina, Méjico y California. Por último, citaremos la *atacamita*, compuesta de óxido y cloruro de cobre, con 59 por 100 de éste, que se aprovecha en Chile, Bolivia y Australia.

El único *mineral de mercurio* que tiene importancia industrial es el *cinabrio* ó sulfuro de mercurio, que en su estado más puro contiene 86 por 100 del metal, y se presenta de ordinario en agregados granulosos, compactos ó terrosos de color rojo; sus cristales, de un rojo de cochinilla ó escarlata vivo, son más ó

menos transparentes y muy hermosos. Los principales depósitos naturales de cinabrio son los de Almadén (España) é Idria (Austria) en Europa, y de Nueva Almadén, cerca de San José de California, que es actualmente el más considerable del mundo. En Schmölnitz (Hungría) se benefician cobres grises con 2 á 15 por 100 de mercurio.

La *casiterita*, ú óxido de *estaño*, es el único mineral que tiene importancia para el beneficio de este metal, del que contiene 78,6 por 100. Se presenta en los filones de antiguas rocas cristalinas y también en forma de granos ó pepitas y cristales redondeados en las arenas de algunos ríos y en varios «placeres;» es un mineral relativamente raro, encontrándose en mayor abundancia en Cornwall (Inglaterra), Zinnwald (Bohemia), Bretaña, Monterrey (Orense), varios puntos de Asturias, Malaca y Banca (Indias Orientales) y Méjico.

El más importante entre los *minerales de plomo* es desde luego el sulfuro ó *galena*, que contiene 86,57 por 100 de dicho metal, y es uno de los minerales metalíferos más comunes, encontrándose en las formaciones geológicas más diversas. Por regla general, contiene una cantidad pequeña de plata, que se beneficia metalúrgicamente aun cuando no exceda de 0,01 á 0,03 por 100. La galena es un mineral muy característico, tanto por su hermoso brillo metálico y su peso, como por su estructura hexaédrica, que hace que siempre se rompa en pequeños cubos; se encuentra en casi todas nuestras provincias, pero abunda especialmente en Linares (Jaén), Falset, Sierra de Gádor y Sierra Almagrera. La mayor parte del plomo que se produce resulta del beneficio de la galena; pero hay además otros minerales plomizos muy estimados, aunque muchos menos comunes, como la *cerusa*, ó carbonato de plomo, con 77,5 por 100 del metal; la *piromorfita*, ó plomo verde ó fosfatado, con 69,5 por 100, y la *wulfenita*, ó plomo amarillo, que es una combinación de óxido de plomo con ácido molíbdico, y contiene 57 por 100 de plomo.

La *calamina*, ó cinc carbonatado, constituía antes el único mineral de cinc que se beneficiaba; contiene hasta 52 por 100 de metal, y se presenta en abundancia en la Prusia renana, Silesia, Carintia, Bélgica, nuestras Provincias Vascongadas, Santander, Granada, etc., acompañada frecuentemente de la *hidrocinkita* ó cinc hidrocarbonatado. Desde tiempos recientes se utiliza también la *blenda*, ó sulfuro de cinc, mineral más común que la calamina, con 66,9 por 100 de metal. En cambio el silicato de cinc, ó *calamina silicífera*, que contiene 53,7 por 100 de cinc y suele presentarse con el carbonato, es un mineral relativamente raro. En New Jersey (Estados Unidos) se encuentran ricos depósitos de un óxido de cinc mezclado con óxidos de manganeso de hierro, á los que debe su hermoso color rojo.

El *níquel* se encuentra en la naturaleza en forma de arseniuro, es decir, combinado con arsénico; sus minerales se denominan *niquelina*, ó vulgarmente «cobre falso», en atención á su color y aspecto, y *cloantita*, y contienen respectiva-

mente 43,6 y 28 por 100 de níquel. Benefícianse además un sulfo-arseniuro llamado *gersdorfita*, y un sulfo-antimoniuro, ó *ulmanita*, y también arseniatos y sulfuros más raros. Todos estos minerales se encuentran en corto número de localidades, principalmente en Sajonia, el Harz, Suecia y los Estados Unidos; algunos de ellos se presentan en nuestro país, en Lopera (Jaén), Casarabonela y Carratraca (Málaga), y cabo Ortegal; pero su aprovechamiento es casi nulo.

Los principales *minerales de cobalto* son el arseniuro, llamado *esmaltina*, y el sulfo-arseniuro, ó *cobaltina;* la *lineíta*, que es sulfuro de cobalto mezclado con sulfuros de níquel y hierro, y el óxido mezclado con los de cobre y manganeso en forma de *asbolán* ó cobalto térreo negro. La esmaltina, que es el mineral más común de esta clase, procede de los mismos puntos del extranjero que los minerales de níquel, y se encuentra también en Asturias (Cangas de Onís), Tarragona (Espluga de Francolí), y Gerona (Darnius). El cobalto se emplea hoy, como el níquel, para bañar objetos de hierro, y también en la fabricación de colores, apreciándose por el precioso azul que produce.

Hablando de colores, debemos mencionar el *cromo* y el *urano*, cuyos minerales, relativamente raros, son objeto de explotación en algunas regiones. Todos los preparados químicos de cromo se extraen de la *cromita*, ó hierro crómico, que se compone de óxido de cromo, alúmina y protóxido de hierro, presentándose casi siempre con la serpentina, en Noruega, Silesia, Estiria, los Urales y diferentes puntos de los Estados Unidos. Los minerales de urano son más raros todavía, siendo los principales el *nasturán* y el *ocre de urano*, que se encuentran principalmente en Sajonia. Otro metal raro, pero muy apreciado por los fabricantes de acero, es el *tungsteno*, que se presentaen la naturaleza en forma de *scheelita* (ácido túngstico y cal), y de *wolframita*, ó tungstato de hierro y manganeso, explotándose en Sajonia, el Harz y algunos puntos de Francia, Inglaterra y los Estados Unidos.

En vista de su importancia para diferentes ramos de la industria química, en especial en la preparación de oxígeno y cloro y en la fabricación del vidrio, el minero explota algunos minerales de *manganeso*, principalmente la *pirolusita*, ú óxido de dicho metal, que se encuentra en masas de color gris negruzco en diferentes puntos de Europa, nuestras provincias de Huelva, Teruel (Crivillén), Búrgos (Belorado), Cataluña (Laransa), etc.

Consideremos ahora los *minerales de hierro* que tantísima importancia tienen para las industrias, y cuya explotación constituye hoy un objeto preferente del minero. Tenemos, en primer lugar, la *magnetita*, ó hierro magnético, de color gris negruzco y brillo metálico, que se encuentra generalmente formando enormes depósitos y tiene á veces la propiedad de atraer el hierro como el imán. Se compone de protóxido y peróxido de hierro con 72 por 100 de metal; y como es, por regla general, muy puro, se estima mucho en la siderurgia; se encuentra, de calidad inmejorable, en Suecia y Noruega, y también en Rusia,

así como en Cataluña, Málaga (Marbella), Sevilla (Peñaflor) y Asturias. El *hematites*, ó hierro rojo, en sus variedades más puras, es también un mineral muy apreciado; en forma de hierro brillante es un óxido puro, con 69 por 100 de metal, cristalizado y de hermoso brillo metálico, que se encuentra más especialmente en la isla de Elba y en Sajonia; en cambio el hematites compacto y el ocreoso se presentan á veces en enormes masas, más ó menos mezcladas con cuarzo, calcita ó arcilla. En España abunda el hematites en las Provincias Vascongadas, Sierra Morena, Guadarrama, Aragón, Cataluña, etc. Se explota también una variedad de hematites de estructura fibrosa y hermoso color rojo, que se labra para la fabricación de objetos de adorno.

La *limonita*, ó hierro pardo, de color pardo amarillento ó negruzco, se presenta en variedades fibrosas, compactas, ocreosas, etc., mezcladas frecuentemente con arcilla ó marga, y es, en su estado más puro, un óxido hidratado, con 60 por 100 de hierro, procedente de la descomposición de otros minerales ferruginosos, como el carbonato y sulfuro de hierro. Hay también una variedad llamada «hierro de los pantanos,» que se forma constantemente por la precipitación del óxido disuelto en ciertas aguas. La limonita es un mineral muy común é importante para la siderurgia, encontrándose en muchas partes del globo y en casi todas las provincias de España, señaladamente en Vizcaya (Somorrostro), donde se explota en grande escala y exporta á diferentes países extranjeros, en Barcelona (Gracia y Malgrat), Tarragona (Bonastre y Plá de Cabra), Lérida (Durro), Guadalajara, Málaga, etc. Por último, el carbonato ó hierro espático, aunque menos abundante que los anteriores, constituye en algunos distritos una primera materia muy estimada para la fabricación del hierro, en vista, no sólo de contener 48 por 100 del metal, sino de la facilidad con que se funde. Distínguense la *siderita* granulosa y compacta, que se encuentra en grandes masas en Somorrostro, Ezcaray (Logroño), Aragón y Cataluña; y la *esferosiderita*, que es el mismo mineral mezclado con arcilla y formando concreciones, que en Inglaterra, Bélgica y Westfalia suele acompañar á las capas de hulla, hallándose más ó menos impregnado con este fósil, y siendo de color negruzco.

La *pirita* común puede considerarse como un mineral de hierro, puesto que se compone de este metal y azufre, por más que nunca se utiliza en la siderurgia; al contrario, y en atención al azufre, es precisamente uno de los peores enemigos del fabricante de hierro, que siempre procura apartar la pirita, que se presenta á veces en los minerales oxidados. Dicho sulfuro, cuyos bonitos cristales de color amarillo de latón se encuentran en filones y rocas de todas clases, constituye á veces, por sí sólo ó en unión con piritas cobrizas y arsenicales, depósitos considerables, como en la provincia de Huelva, y en tales casos se utiliza en la fabricación del ácido sulfúrico y del sulfato de hierro, ó caparrosa verde.

FORMACIÓN Y YACIMIENTO DE LOS MINERALES METALÍFEROS

Acerca del modo cómo los minerales metalíferos se han formado en las rocas, es decir, cómo sus componentes se han unido para constituir combinaciones determinadas, tenemos que atenernos, en muchos casos, á meras conjeturas. Es verdad que podemos observar directamente, y hasta promover, la transformación de la pirita ó sulfuro de hierro en limonita ó hierro pardo, la de la calcopirita, cuprita, etc., en atacamita ó cloruro de cobre, y la de la azurita en malaquita; pero estas transformaciones tan sencillas suponen la preexistencia de ciertos minerales que contienen ya los elementos metálicos correspondientes, y la cuestión de saber de dónde provienen dichos minerales originarios, y cómo se han acumulado ó depositado en la roca donde se encuentran, no es, en la mayoría de los casos, tan fácil de resolver.

Es probable que los elementos metálicos estaban ya mezclados con la masa de las rocas cuando ésta se hallaba todavía en estado de fusión ó incandescencia. Está probado que muchos metales se hallan muy diseminados en los minerales (silicatos) mica, hornblenda, feldespato, de las rocas primitivas; su análisis ha revelado la presencia muy general, aunque en mínimas cantidades, del cobre, plomo, cobalto, níquel, bismuto, plata, arsénico, antimonio y estaño, que parece remontarse al origen de dichos minerales. En bastantes casos también, ciertos metales pesados se han combinado desde el principio, y en gran cantidad, con otros elementos, cual lo demuestra, por ejemplo, el hierro, que constituye un componente esencial de muchos minerales comunes. Pero no es menos evidente que la formación de los minerales metalíferos tuvo lugar, en parte, después de la consolidación de la costra terrestre, pues no debe perderse de vista el hecho de que nada hay absolutamente fijo en el mundo de la materia. Aun las partículas constituyentes de las rocas más sólidas, como el granito y el pórfido, en las que la barrena de acero se abre difícilmente paso, no pueden concebirse como sujetas al reposo absoluto; pues las investigaciones microscópicas demuestran que todas las rocas están llenas de poros, en los que encuentran los líquidos ancho campo para ejercer su acción disolvente y transportadora. Además, existen ciertos géneros de atracciones atomísticas que llamamos electricidad, magnetismo y afinidad química; y aun cuando apenas podemos imaginarnos de qué manera obran, sus efectos son manifiestos, no sólo en las rocas llamadas metamórficas, sino también en la acumulación de metales nativos, que nos revela fenómenos muy parecidos á los que produce la corriente eléctrica en los aparatos galvanoplásticos. Por consiguiente, desde el momento en que reconocemos que la roca más compacta no es impenetrable, no faltan, por cierto, fuerzas capaces de alterar su masa; y si esto sucede en la actualidad, como lo

prueba la observación diaria, ¡qué desarrollo no adquiriría el procedimiento natural en épocas remotas, cuando las condiciones térmicas de la superficie, como del interior de la tierra, le eran mucho más favorables, y podían las fuerzas transformadoras obrar mucho más enérgicamente que ahora!

Mediante los líquidos disolventes se trasladaron y acumularon en determinados sitios las partículas metálicas diseminadas en la masa de las rocas, para desempeñar un papel independiente en forma de minerales metalíferos; no es extraño, por lo mismo, que precisamente las formaciones geológicas en que se ha operado durante más tiempo dicho cambio de materia, esto es, en los esquistos cristalinos antiguos y las primeras rocas sedimentarias de las formaciones siluriana, devoniana, carbonífera y pérmica, encierren los depósitos metalíferos más ricos, y que las piedras y los metales preciosos se encuentren principalmente en dichas formaciones, ó en los «placeres» constituídos por los restos descompuestos ó detritus de ellas. Es posible que, con el tiempo, las mismas causas de concentración producirán efectos análogos en las rocas de las formaciones más recientes; la triásica contiene principalmente sal gema, y además algunos ricos depósitos de mineral de hierro, sustancias que se encuentran también en otras formaciones posteriores. En rigor, y exceptuando las rocas puramente volcánicas más recientes, como el basalto, la fonolita, la lava, etc., ninguna formación carece por completo de minerales metalíferos.

El *yacimiento* de éstos, ó sea la manera como suelen presentarse en la naturaleza, es muy variado; á veces constituyen dichos minerales rellenos de hendeduras de las rocas, más ó menos anchos y extensos en longitud como en profundidad, formando lo que se llama *filones;* á veces se presentan en forma de *capas* más ó menos gruesas y planas, intercaladas entre las de la roca y coincidiendo con éstas respecto de su extensión é inclinación; y á veces forman *masas* irregulares, más ó menos grandes, ora en una dirección é inclinación determinadas, ora situadas arbitrariamente respecto de los estratos circundantes. A las pequeñas masas ó aglomeraciones de mineral que pueden presentarse como las masas propiamente dichas, ó en sitios más anchos de los filones, se les llama *nidos*, *rincones*, *bolsas* ó *bolsadas*. Por último, los *placeres*, ya nombrados, son aluviones metalíferos superficiales, ó sean depósitos ó acumulaciones de minerales diversos, procedentes de la descomposición y disgregación de rocas, filones, masas, etc., formados por las aguas corrientes y en los que suelen encontrarse reunidos los minerales metalíferos con arreglo á su densidad, y en mayor ó menor abundancia. No debe suponerse que un filón, una masa, bolsa, etc. (un «criadero,» en fin, como suelen llamarse genéricamente), se compone en todo su espesor ó extensión de mineral beneficiable; al contrario, en todos los casos alternan ó se mezclan partes metalíferas con otros minerales inaprovechables, que se llaman, en el tecnicismo minero, *gangas;* siendo las más comunes el cuarzo, y los espatos calizo, magnésico, ferruginoso, barítico y fluorítico.

Concretándonos á los metales, y prescindiendo por un momento del hierro, los filones son los criaderos más comunes é interesantes para el minero. Las hendiduras originales, de que constituyen el relleno, se abrieron en la costra terrestre merced á poderosas convulsiones de la misma durante ó después de su solidificación. El relleno mismo tuvo lugar de diferentes maneras: en unos casos se introdujeron desde la superficie aguas más ó menos cargadas con sustancias minerales en disolución, que se fueron depositando al tiempo de bañar las paredes de las hendeduras, formándose de este modo capas sucesivas de minerales, que acabaron por juntarse en medio de la abertura. En otros casos tuvo lugar el relleno desde el interior de la tierra, por la sublimación de sustancias minerales, ó por la elevación ó intrusión de masas en estado de fusión. Por último, se concibe que estos diversos modos de relleno puedan haber contribuído, en diferentes épocas, al relleno de una misma hendidura ó hueco. Sin embargo, es evidente, en la mayoría de los casos, que el relleno se operó por medio de las aguas cargadas de sustancias minerales, sucediendo, por lo común, que el filón se formase depositando sucesivamente minerales distintos desde ambas paredes de la hendedura hacia su parte media. La fig. 37 representa la sección vertical de un filón formado por seis minerales distintos, dispuestos simétricamente en dos series de fajas más ó menos paralelas, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, que se juntaron al cabo en *g;* las primeras aguas que penetraron estaban cargadas, por ejemplo, de espatofluor, que se depositó sobre las paredes de la hendedura en *a a;* luego se infiltraron aguas cargadas de blenda, formándose las fajas *b b*, y así sucesivamente con las demás sustancias, por ejemplo, calcita, barita, cuarzo, piritas, que formaron las fajas *c*, *d*, *e*, *f*, en ambos lados. En muchos casos la juntura *g* ha

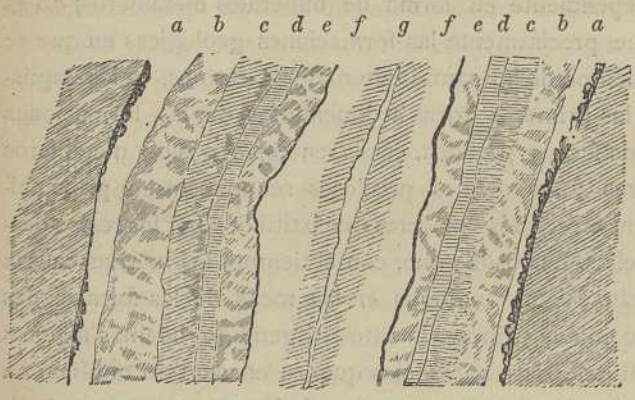


FIG. 37.—Corte vertical de un filón.

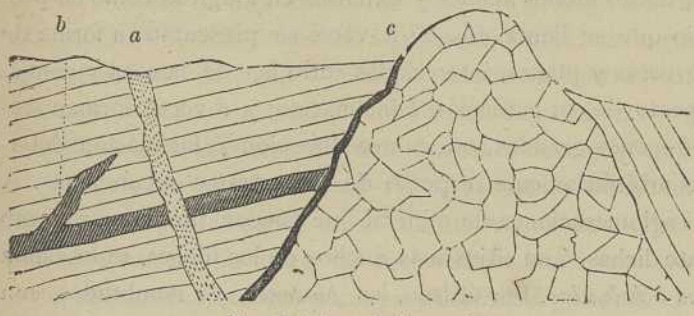


FIG. 38.—Filones de diversas clases.

quedado por algunos sitios más ó menos abierta, dando lugar á que el último mineral depositado se cristalizara en la superficie; y en no pocos, los filones encierran trozos más ó menos grandes de la roca vecina, que se desprendieron de las paredes de la hendidura y quedaron después envueltos por los minerales del relleno.

Los filones no tienen una dirección determinada, si bien en un mismo distrito suele observarse cierto paralelismo entre filones de igual naturaleza. Su inclinación ó buzamiento varía bastante entre 45 grados y la vertical, como indica la fig. 38 *a*; pero á veces se hallan más inclinados aún. Además de estos filones normales que atraviesan arbitrariamente los estratos de la roca, se encuentran los llamados *filones-capas* (fig. 38 *b*), paralelos á los estratos ó á la estructura hojosa de las rocas, y que sólo se distinguen de las capas verdaderas cuando se ramifican ó atraviesan otros filones. Por último, llámanse *filones de contacto* á los que se desarrollan en el límite entre dos rocas ó terrenos diferentes, como indica la fig. 38 *c*. Los filones pueden encontrarse, atravesarse ó cortarse de los modos más diversos, y en algunos distritos mineros constituyen una red; además, no habiéndose formado las grietas ó hendiduras correspondientes todas á un tiempo, sino en virtud de trastornos sucesivos, ocurre con frecuencia que los filones más antiguos han sufrido dislocaciones y cambios de dirección ó buzamiento, que dificultan á veces de un modo notable su explotación. Las dislocaciones más considerables reconocen comúnmente por causa la formación de las llamadas *fallas*, ó sean planos de resbalamiento producidos por la división de una masa de roca y la elevación ó depresión de una ó de ambas partes de la misma.

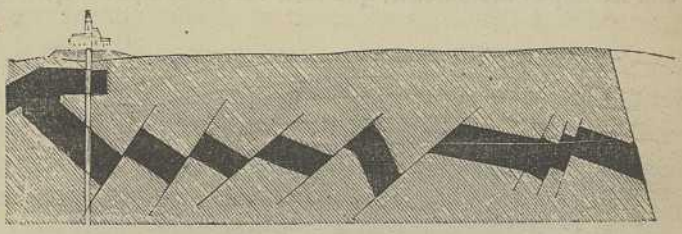


FIG. 39.—Sección vertical de la capa de hulla dislocada, de Vielle-Pompe.

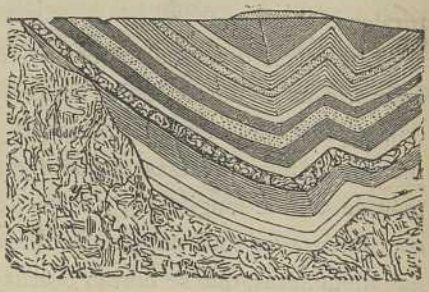


FIG. 40.
Depósitos carboníferos trastornados de Brassac.

Las *capas* metalíferas se depositaron en su origen más ó menos horizontalmente como las de las rocas entre que se presentan; pero en unión con éstas, y en la mayoría de los casos, han sufrido los efectos de trastornos geológicos posteriores, de modo que rara vez se presentan en su posición original, y sí mas ó menos levantadas ó deprimidas, encorvadas, plegadas ó completamente dislocadas por poderosas fallas. Semejantes trastornos son especialmente frecuentes y

característicos en las formaciones de los sistemas carbonífero y jurásico, como indican las dos secciones de conocidas cuencas carboníferas que reproducen las figuras 39 y 40. La poderosa capa de hulla de Vielle-Pompe (fig. 39) ofrece un ejemplo muy interesante de cómo un depósito casi horizontal en su origen, ha sido roto y dislocado por una serie de fallas, hasta el punto de que algunas de sus partes aparecen enteramente aisladas y más ó menos empinadas. Lo que dijimos respecto de la metalización de los filones, reza también, hasta cierto punto, con las capas metalíferas, que rara vez se componen por entero de mineral útil, aunque las hay que consisten casi exclusivamente en óxidos de hierro; muchas son meras capas de roca más ó menos impregnadas ó mezcladas con mineral metalífero, que se halla asimismo diseminado ó irregularmente concentrado en diferentes puntos, variando en abundancia y naturaleza.

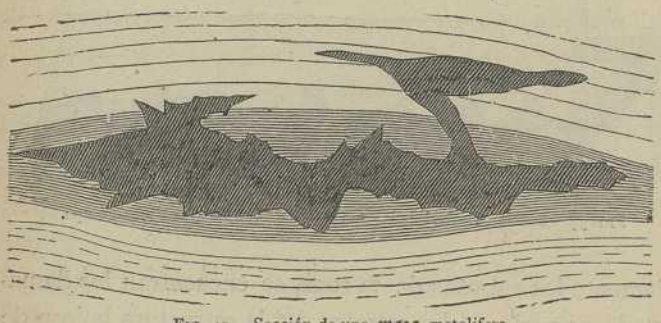


FIG. 41.—Sección de una *masa* metalífera.

Las *masas* ó acumulaciones de minerales útiles en medio de una roca cualquiera, ó en contacto de dos rocas distintas, afectan formas irregulares, esferoidal, elíptica, lenticular, etc., con los límites bien definidos (fig. 41), pero de dimensiones muy diversas, desde algunos metros de extensión y espesor hasta más de 500 de longitud y 50 de potencia. Las llamadas *masas entrelazadas* son macizos de roca penetrados ó atravesados por gran número de vetas ó vetillas metalíferas, que se cortan ó cruzan en todos sentidos, hallándose también impregnada de partículas metalíferas la roca misma.

DE LA BUSCA DE LOS CRIADEROS Y DE LA MANERA DE EXCAVAR

Son varias las circunstancias é indicaciones que pueden servir de guía al minero para el descubrimiento de criaderos. A veces el nombre de alguna población, montaña ó algún valle ó río, despierta el recuerdo de tiempos antiguos en los que se beneficiaba tal ó cual metal en la comarca; y si además de este ligero indicio se tropieza con algún resto superficial de excavaciones abandonadas, en forma de calderas ó depresiones artificiales, y terreros ó montones de escombros, se viene con frecuencia en conocimiento del lugar mismo donde se encuentra el criadero. En terrenos vírgenes tiene que apoyarse el minero en el estudio geológico, y muy especialmente en la observación de determinadas indi-

caciones superficiales. Puede darse el caso de que halle un trozo suelto de mineral útil, adherido á la ganga ó roca en cuyo seno yacía originariamente, y entonces tratará de encontrar el sitio de la ladera vecina de donde dicho trozo se desprendió. Pero los indicios más seguros son los afloramientos de los criaderos mismos, ó sea su parte superior, que suele asomar á la superficie del terreno, y se manifiesta en forma de una cresta roqueña, en el color que prestan sus fragmentos á la tierra que le cubre, ó en eflorescencias resultantes de una descomposición química.

Desde muy antiguo se empleaba en la busca de manantiales, criaderos, tesoros, etc., la llamada «vara divinatoria,» que ya conocían los romanos, y cuyo uso supersticioso era muy común en Europa desde el siglo XV. El instrumento consistía sencillamente en una asta bifurcada de avellano que, según el precepto, debía cortarse precisamente á las doce de la noche de San Silvestre ó San Juan, y desnuda por completo la persona interesada, después de lo cual la vara se bautizaba solemnemente. Para servirse de ella se asían firmemente sus dos brazos con las manos, sosteniéndola en alto, y se emprendía un paseo por el campo; al pasar sobre un sitio donde se hallaba escondido un criadero, manantial ó tesoro, tendía á inclinarse hacia la tierra la punta de la vara, según se decía, venciendo la resistencia del que la llevaba. Excusado parece advertir que la eficacia de la vara divinatoria es puramente imaginaria; y aunque existan todavía, en comarcas apartadas, algunos mineros viejos que conservan su fe en ella, la experiencia geológica, la brújula y el pico son los únicos medios positivos que pueden conducir al fin apetecido.

En algunas comarcas, donde diversos minerales metálicos ejercen una influencia marcada sobre el imán, merced al hierro magnético con que están mezclados, se emplea á veces con provecho, en el descubrimiento de criaderos escondidos ó cubiertos, una brújula especial, ó magnetómetro, cuya construcción ha perfeccionado recientemente el profesor *Thalen*, de Upsala; mas donde las condiciones no son propicias al empleo de semejantes instrumentos, ó no se presentan afloramientos ni otros indicios tangibles, conviene apelar á la investigación del subsuelo por medio de la *sonda*, respecto de la cual remitimos el lector á lo dicho en el capítulo precedente de este tomo.

Descubierto un criadero en la superficie de la tierra ó inmediato á ella, conviene hacer algunas investigaciones preliminares para conocer en lo posible su naturaleza, extensión y valor, y determinar si vale ó no la pena de emprender labores de consideración. Precisa reconocer, ante todo, si se trata de un filón, una capa ó una masa, y cuál es su potencia, dirección é inclinación. Hay afloramientos bien salientes que permiten desde luego decidir sobre estas cuestiones; mas cuando los indicios no son tan evidentes, es decir, cuando, por ejemplo, el afloramiento se halla más ó menos cubierto por tierra vegetal ó detritus, es necesario proceder á abrir una *calicata*, esto es, una zanja, que ponga de manifies-

to las condiciones del criadero (fig. 42). Determinada la dirección aproximada de éste, se pueden abrir otras calicatas á intervalos más ó menos largos sobre la línea señalada; y si las indicaciones someras no bastan, es conveniente excavar un poco en profundidad, hasta poder formar juicio acerca del valor del descubrimiento. Si el afloramiento se encuentra en una ladera ó declive, se puede desde luego excavar sobre él una galería, penetrando así más profunda y económicamente en el seno de la montaña, donde la calidad del mineral puede



FIG. 42.—Mineros sajones abriendo una calicata.

apreciarse mejor que en la superficie en virtud de hallarse el terreno menos descompuesto.

Antes de hablar del laboreo propiamente dicho, digamos algo respecto de las maneras de excavar, que varían según la naturaleza y consistencia de los criaderos y las rocas, la forma y dimensiones de las excavaciones que han de practicarse, y también, en determinados casos, según la forma y tamaño en que conviene sacar los trozos del mineral útil que se quiere explotar. La excavación, pues, podrá ser manual exclusivamente, ó ejecutarse con ayuda de materias explosivas, del fuego ó del agua, ó bien por medio de máquinas especiales.

Las masas flojas ó sueltas, es decir, que tienen poca consistencia, las excava el minero á mano en la mayoría de los casos, valiéndose al efecto de palas, azadas, rastros, etc., de diferentes formas. Tratándose de rocas ó criaderos compactos, pero blandos, ya por su propia naturaleza, ya por su descomposición, se emplean picos de varias clases — sencillos, dobles, zapapicos, regade-

ras, etc.—echando mano, según las circunstancias, de la punterola, las cuñas y el barrón; herramientas que ya describimos en la primera parte de este tomo, al tratar de los trabajos del cantero (véanse pág. 26 y fig. 2).

La excavación de las rocas duras era en tiempos antiguos, antes de inventarse la pólvora, una operación sumamente lenta y penosa. Allí donde el minero se veía obligado á atacar masas duras y resistentes—operación que con sólo la punterola y el mazo no emprendería de seguro por gusto—solía llamar en su ayuda el fuego. Esta *torrefacción*, como se llama al procedimiento, que practicaban ya los antiguos egipcios y los romanos y estaba bastante generalizado en Alemania antes del empleo de dicha materia explosiva, consistía sencillamente en hacinar leña contra la roca que se quería excavar, prenderle fuego y dejarla consumirse; el calor quebrantaba la roca, cuyo desquebrajamiento se promovía rociándola con agua fría mientras estaba caldeada, y entonces cedía más fácilmente bajo el pico, la punterola y las cuñas. Hoy se practica la torrefacción sólo excepcionalmente, empleándose con inmensa ventaja las materias explosivas para excavar las rocas más duras. No es necesario entrar en pormenores acerca del modo de barrenar las rocas á mano y cargar y pegar los barrenos, pues estas operaciones, así como las herramientas correspondientes, han sido ya descritas (véase pág. 26); y en cuanto á la pólvora y demás materias explosivas usuales, les dedicamos un capítulo especial en el tomo IV de esta obra. Sólo advertiremos que la *dinamita* y *gelatina-dinamita* inventadas por *Nobel*, se emplean cada vez más en las labores mineras, en sustitución de la pólvora común; pues no sólo resulta con ellas economía notable en tiempo, mano de obra y herramientas, sino que, á pesar de cuanto se ha dicho en contrario, la experiencia demuestra que los gases de la dinamita son menos ofensivos que los de la pólvora, cuidándose como se debe de la ventilación subterránea, y que la dinamita, y sobre todo la gelatina-dinamita, debidamente conservadas y usadas, son de las materias explosivas menos peligrosas que existen. Respecto de la manera de cargar los barrenos, ha caído en desuso el modo antiguo con la aguja y la cañita llena de pólvora á guisa de mecha, empleándose hoy generalmente la *mecha de seguridad*, cuya invención se debe á *Bickford*, y ha sido perfeccionada por *Rziha* y otros. La fig. 43 da idea de los trabajos del minero en una galería subterránea: en el llamado *frente* ó fondo de la misma, se ve un operario barrenando la roca, y otro trabajando con la punterola y el martillo; en el primer plano hay uno que rompe á golpes de mazo los trozos más gruesos de roca, resultado de la explosión del último barreno, mientras que su compañero carga una carretilla de mano.

Como ya dijimos en el capítulo relativo á las canteras, la excavación mecánica por medio de máquinas especiales ó *perforadoras*, se ha desarrollado últimamente de un modo notable, aplicándose con inmensa ventaja á la perforación de túneles. En las labores subterráneas de las minas, que suelen ser más estre-

chas, extensas, ramificadas y, en general, menos accesibles, no es tan fácil utilizar el nuevo sistema, merced principalmente á las dificultades con que se tropieza al querer llevar la fuerza motriz, en forma de agua ó aire comprimidos, á diversos sitios más ó menos profundos y apartados, donde es preciso aplicarla simultáneamente. Por esto no se concibe que la excavación mecánica pueda sustituir nunca por completo á la manual en la minería, como hoy sucede en la perforación de grandes túneles, si bien cabe muy bien su práctica en determinadas labores, especialmente en los pozos maestros y los socavones.



FIG. 43.—Trabajos mineros en una galería.

Se distinguen perforadoras *por golpe*, es decir, que sus barrenas obran como las ordinarias de mano, y perforadoras *giratorias*, en las que la barrena, oprimida continuamente contra la roca, actúa por rotación. Entre las primeras la de *Sommeiller*, con la que se perforó el monte Cenis (comp. pág. 32), ha sido empleada en California para abrir un socavón de más de seis kilómetros de longitud, con el fin de desaguar el célebre filón de Comstock, y la de *Dubois* se ha aplicado á la minería en Bélgica, Francia y Silesia, tanto en pozos como en labores horizontales. Pero en vista de la relativa estrechez de las excavaciones mineras, han tratado muchos inventores de construir perforadoras más ligeras y compendiosas que aquéllas, debiendo mencionarse, entre ellas, la de *Sachs*, que se emplea bastante en varias minas de Alemania, Austria y Hungría, aunque su mecanismo es algo complicado y necesita frecuentes reparaciones; y las de *Warrington*, *Mac-Kean é Ingersoll* y de *Darlington*, que han hallado acepta-

ción entre los mineros ingleses y norteamericanos. Todas estas perforadoras se mueven mediante el aire comprimido, dando la barrena de 500 á 800 golpes por minuto. En la de *Jordan* (fig. 44), que también se usa en varias minas alemanas, se imprime el movimiento á mano, por medio de dos volantes; pero al elevarse la barrena, merced á la excéntrica *e* y la pieza *f*, un émbolo colocado en el cilindro *g* comprime el aire que se encuentra sobre él, de modo que, al quedar libre dicha pieza, la barrena es lanzada contra la roca, girando al mismo tiempo en virtud de la acción del tornillo *i*, y un engranaje. En cuanto á las perforadoras giratorias, la de *Brandt*, que se mueve por la presión hidráulica, da resultados sorprendentes, como ya dijimos (pág. 35), y se emplea con gran ventaja en varios distritos mineros de Alemania, en que se dispone del agua suficiente. Otra máquina inventada por *Jarolimek* (que puede moverse por medio del aire comprimido, del vapor ó del agua, y que también se construye para el trabajo á mano), es adaptable á la excavación de rocas no muy firmes, pero homogéneas. Son varias las perforadoras de mano, de construcción sencilla y compendiosa, como las de *Lisbet*, *Balzberg Richards* y *Stanek*, que se prestan á la excavación de rocas y criaderos relativamente blandos, empleándose con ventaja en las minas de hulla, de sal gema y otras análogas.

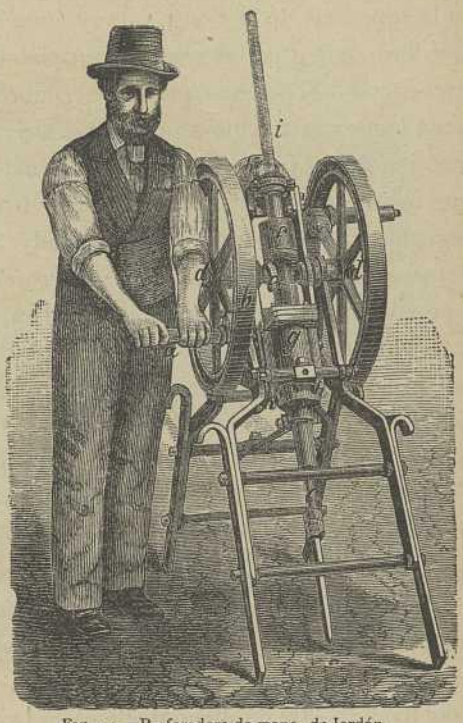


FIG. 44.—Perforadora de mano, de Jordán.

Para el género de excavación llamada *regadura*, que es propio para las minas de hulla, se han inventado muchas máquinas especiales, de que nos ocuparemos en otro capítulo. Además, y tratándose de labores á campo raso, suelen emplearse en las operaciones mineras diversos excavadores mecánicos, más ó menos parecidos á las dragas con que se excava el fondo de puertos y ríos.

El empleo del agua como medio de excavar, es bastante limitado, tanto que rara vez tiene lugar sino en ciertas minas de sal gema y en el beneficio de los aluviones auríferos de California, en donde se ha desarrollado el sistema en grande escala; mas como la operación de excavar se halla asociada íntimamente al lavado y la amalgama del oro, es decir, con el beneficio propiamente dicho de este metal, reservamos su descripción para el tomo siguiente.

LABOREO DE MINAS

El arte del minero consiste esencialmente en la explotación económica, pero segura, de los criaderos, y según el género de éstos varía el modo de disponer las labores.

Cuando el mineral que se trata de extraer se presenta en cantidad suficiente en la superficie de la tierra, ó muy inmediato á ella, el laboreo se practica al aire libre, como en las canteras propiamente dichas, después de separada la tierra vegetal ó el detritus que suele recubrir el criadero. En tal caso, la excavación tiene lugar con arreglo á procedimientos análogos á los que se siguen en la extracción de las piedras de construcción, adoptándose las disposiciones generales que mejor respondan á un arranque y transporte económicos, unido á la mayor seguridad de los operarios. Desde muy antiguo se explotan de esa manera poderosos depósitos de mineral de hierro en Bohemia, Suecia, los Urales, etc., así como otros de mineral plomizo y calamina en Silesia y la Prusia renana; en nuestro país, y en tiempos recientes, ofrecen ejemplos de este género de explotación las extensas operaciones mineras practicadas en Somorrostro y Marbella. Sin embargo, son pocos los minerales metalíferos que se presentan á la superficie de modo que puedan aprovecharse de una manera tan sencilla; y, por regla general, el minero tiene que penetrar más ó menos profundamente en el interior de la tierra, excavando los criaderos por medio de labores subterráneas dispuestas con metódo y que constituyen lo que se llama una mina.

Si el criadero que se trata de explotar se encuentra más ó menos cerca de un declive, que permite ganar desde luego alguna profundidad, sin que sea necesario, por el pronto, excavar un pozo, se abre desde la superficie, y al nivel más bajo posible de dicho declive, una galería horizontal ó poco inclinada, hasta romper el criadero, continuándola luego en la masa del mismo. Semejante galería, que desemboca directamente en la superficie, es lo que se llama un *socavón*, y es fácil comprender que con su auxilio se puede dar salida á las aguas subterráneas y extraer el mineral útil y los escombros, sin necesidad de los costosos aparatos que son precisos para el desagüe y la extracción por medio de un pozo profundo. Las dimensiones de un socavón dependen naturalmente de su importancia, ó sea del servicio que está llamado á prestar; si son muchas las aguas que tiene que eliminar, hay que darle la altura suficiente para que éstas corran libremente en su fondo, sobre el cual se establece un piso artificial de madera para la circulación de los mineros y los carros ó vagones de mano destinados á la extracción del mineral. La fig. 45 representa la boca de un conocido socavón en un valle del distrito minero de Freiberg (Sajonia): en ella observará el lector el agua que sale por debajo de la vía de madera y hierro, sobre la que están con-

versando varios mineros en torno de un vagón cargado. La longitud de los socavones varía muchísimo, según los casos: los hay de extensión relativamente pequeña, destinados no más que al servicio de una sola mina, mientras que otros constituyen galerías generales de desagüe para un distrito entero, desarrollándose en una longitud de muchos kilómetros: por ejemplo, el socavón llamado «Profundo del Príncipe» en el mencionado distrito de Freiberg, se ramifica por todas las minas importantes, y tiene una extensión total de unos 100 kilómetros; en el mismo punto hay otro que desemboca en el valle del Elba, cerca de



FIG. 45.—Boca de un socavón del distrito de Freiberg.

Meissen, con una longitud de 50 kilómetros; el desagüe de parte del distrito del Harz lo promueve un socavón de 25 kilómetros, á la profundidad de 300 metros, y otro de más de 16 kilómetros hace lo propio en Schemnitz (Hungría) á la profundidad de 540 metros; el socavón del célebre filón de Comstock, en California, con una longitud de más de seis kilómetros, gana una profundidad de 500 metros. Tratándose de obras de semejante magnitud, no puede prescindirse de pozos, siquiera sea para promover la mejor ventilación, que sin ellos sólo sería posible por medio de aparatos especiales; y generalmente hablando, ya por esta razón, ya por otras relativas al servicio de un conjunto de labores que se extienden en diferentes pisos ó niveles, ó sea á diferentes profundidades bajo la superficie, son muy pocas las minas de consideración que no cuenten con uno ó más pozos, mientras que la mayoría de ellas carece por completo de socavones, á causa de su situación.

Por regla general, pues, y suponiendo que se trata de un criadero virgen, es decir, que no ha sido explotado anteriormente, las operaciones mineras empiezan con la apertura de uno ó más pozos. Su situación debe obedecer á un plan preconcebido y bien meditado, pues de ella depende en gran manera el desarrollo ulterior de las demás labores subterráneas y la economía bien entendida del servicio, tan esencial en este género de empresas; pero no es posible sentar reglas fijas respecto de la elección de sitio, porque se halla sujeta á muchas circunstancias locales, más ó menos variables, y de las que no puede prescindirse. Por ejemplo, hay que tener en cuenta, en cada caso, la extensión de la concesión minera, objeto de la explotación; el número, dirección, buzamiento y naturaleza mineralógica de los criaderos que en la misma se presentan; la configuración de la superficie y cómo se presta mejor á la distribución, al transporte, lavado, depósito, etc., de las aguas, los minerales aprovechables y los escombros que han de extraerse del interior de la tierra,—factores todos ellos, entre otros muchos, que influyen esencialmente en la resolución de la cuestión capital.—Una vez determinado el sitio de un pozo, es preciso decidir, en vista de las condiciones del criadero, la naturaleza de la roca en que arma, y el plan general propuesto, acerca de la dirección del pozo, esto es, si ha de profundizarse en el criadero mismo, siguiendo la inclinación de éste, ó si conviene excavarlo fuera de él, en la roca estéril inmediata, bajándolo verticalmente. Al mismo tiempo, y en atención á la naturaleza del terreno, así como con arreglo al destino especial del pozo, esto es, si ha de servir sólo para el desagüe de la mina, la extracción de minerales, la bajada de los mineros, la ventilación subterránea, ó para dos ó más de dichos fines, hay que fijar la forma y dimensiones de la labor, y también el método de excavación más á propósito; cuestiones que á su vez influyen sobre la elección de las máquinas, aparatos y herramientas más convenientes.

La verticalidad de un pozo se impone cuando se trata de un criadero en forma de capa más ó menos horizontal, situado á cierta profundidad de la superficie, ó bien cuando, con el carácter de filón, tiene un buzamiento muy irregular; además, el pozo vertical es indispensable en presencia de rocas sueltas ó movedizas. Los pozos inclinados ofrecen las ventajas del beneficio inmediato de la parte del criadero que cortan, unido á su investigación directa, así como el arranque de las galerías principales desde el pozo mismo, sin necesidad de traviesas, ó sea las galerías perpendiculares á la dirección del criadero, que sirven de comunicación entre él y un pozo vertical; en cambio, dichos pozos originan gastos de extracción y fortificación más considerables que los verticales; de modo que éstos se prefieren para los servicios generales y permanentes de la explotación, por más que suelen costar más al principio y atraen mayor cantidad de agua en el mero hecho de atravesar los estratos de las rocas, y no hallarse circunscritos á la caja del criadero. En cuanto á la forma ó sección de los pozos



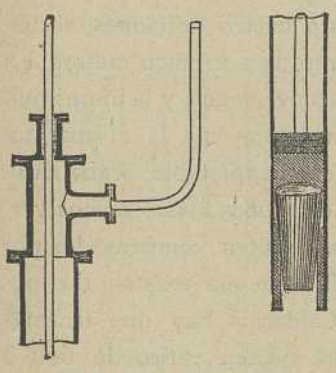
Laboreo de una mina.

y sus dimensiones, hay que tener en cuenta principalmente la naturaleza del terreno y el servicio que la labor está llamada á prestar. La forma rectangular es admisible cuando se trata de roca firme; pero cuando por su poca consistencia ejerce el terreno una presión considerable, se prefiere desde luego la sección redonda, pues con ella ofrecen mayor resistencia, con menos gastos, las obras de fortificación. Aparte de esto, un pozo redondo se profundiza más rápida y económicamente que uno rectangular, pues la excavación de las esquinas es entretenida y requiere especial cuidado, mientras que la división de un pozo circular en compartimientos destinados á la extracción, el desagüe, etc., no entraña los perjuicios que generalmente se supone. Los pozos rectangulares destinados al desagüe, á la extracción y á la bajada suelen tener de tres á cuatro metros de largo por dos á tres de ancho, dividiéndose en tres ó cuatro secciones; el diámetro de los pozos redondos varía comúnmente entre tres y cinco metros. La profundidad de los pozos no tiene más límite que la conveniencia y la imposibilidad de vencer los obstáculos naturales que suelen aumentar con la misma; un pozo destinado á romper á cierta profundidad una capa explotable, acaba naturalmente al llegar á ésta, mientras que tratándose de filones más ó menos verticales, sigue profundizando, en tanto que los gastos resulten compensados por los beneficios que se obtienen de la explotación. En Bohemia existen dos pozos de mil metros de profundidad cada uno; en California hay uno de más de 900, y en Bélgica, Alemania, Francia é Inglaterra existen varios de 600 á más de 800 metros; en España no exceden los más profundos, que sepamos, de 450 metros.

La excavación de los pozos inclinados se verifica con las herramientas ordinarias de que hablamos antes, con ó sin ayuda de materias explosivas, conforme lo requiere la naturaleza del criadero; la de los pozos verticales en la roca estéril se efectúa de diferentes maneras, según que ésta sea firme ó movediza, y según la cantidad de aguas, y si éstas han de ser contenidas (cortadas ó interceptadas) ó extraídas. En rocas firmes se profundiza mediante la barrena común ó la máquina perforadora, guiando la labor por medio de una plomada central, si el pozo es redondo, ó de cuatro plomadas suspendidas en los ángulos, si es rectangular. En algunos casos se ha aplicado con éxito una sonda especial, inventada por *Kind,* ahórrandose de este modo los gastos considerables del desagüe durante la operación; también suelen abrirse pozos con arreglo al procedimiento de *Pleasant,* basado en el trabajo simultáneo de una serie de perforadoras con barrenas de diamante. En terrenos sumamente movedizos y saturados de agua que pueden calificarse de «semifluidos,» se profundizan los pozos mediante un pesado cilindro de hierro con borde inferior cortante, que se va hundiendo en el terreno, al par que se extrae la masa comprendida dentro de él; á medida que baja, se levanta sobre su borde superior un revestimiento de ladrillo y cemento, ó de cilindros de hierro, de modo que, al alcanzar el pozo

la profundidad deseada, se halla ya asegurado por un inmenso tubo desde su fondo hasta la superficie. Semejantes revestimientos contienen las aguas circundantes, es decir, impiden su afluencia al pozo, de manera que las máquinas de desagüe sólo tienen que elevar el agua procedente del criadero mismo.

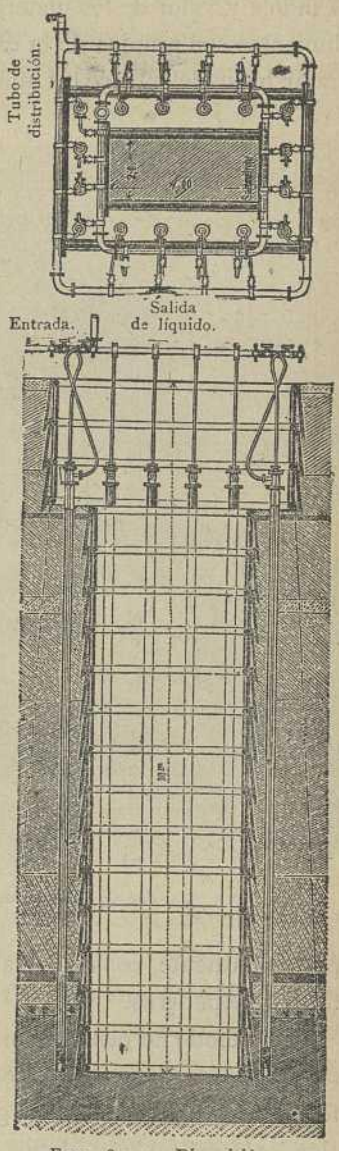
El ingeniero alemán *Poetsch* ha inventado, hace algunos años, un procedimiento tan original como ingenioso para profundizar pozos en terrenos muy aguanosos, sin necesidad de sacar una gota de agua durante la operación; consiste esencialmente en helar la masa del terreno que ha de atravesar el pozo. Al efecto, se introducen verticalmente á través de las capas aguanosas y flojas varios tubos de hierro de 20 centímetros de diámetro, cuya extremidad inferior se cierra herméticamente por medio de un tapón de madera y un poco de cemento y alquitrán; en dichos tubos se introducen otros de tres centímetros, que llegan hasta el fondo y comunican superiormente con un aparato en que se prepara el líquido frigorífero, como el que se emplea en la fabricación del hielo artificial. Entonces se hace circular dicho líquido en los tubos, de manera que, bajando dentro de los interiores, sube en los exteriores, volviendo al aparato y determinando á su paso la congelación del terreno aguanoso comprendido dentro del sistema tubular. Una vez conseguido esto, se excava el pozo en seco por medio de picos y herramientas análogas, y se reviste luego con madera, mampostería ó hierro, extrayéndose los tubos cuando la obra queda terminada. Las figuras 46 y 47 representan las extremidades superior é inferior de un tubo, y las 48 y 49 muestran, en plano y sección vertical, la disposición del sistema, tal como se empleó cerca de Koenigs-Wusterhausen, para atravesar con un pozo los 25 metros de arenas, gravas y arcillas acuíferas que cubren una gruesa capa de lignito, objeto de la explotación. Los 16 tubos se introdujeron felizmente en torno del espacio reservado para el pozo, completándose la instalación en cinco semanas; al cabo de cincuenta días después quedó completamente helado el terreno correspondiente, formando una masa compacta de unos 2.000 metros cúbicos. El sistema de Poetsch se ha aplicado también con éxito en otros distritos mineros, teniéndose ya como indudable su valor práctico.



FIGS. 46 y 47.—Extremidades de un tubo frigorífero de Poetsch.

Un pozo minero es una labor que establece una comunicación entre la superficie y el criadero, á mayor ó menor profundidad; pero para el desarrollo sistemático de toda mina se necesitan también otras labores preparatorias ó auxiliares, que se extienden dentro del criadero en sentido horizontal, y mediante las cuales se pueden transportar los minerales y hacer que las aguas afluyan al pozo. Tales son las llamadas *galerías*, que se excavan desde éste á derecha

é izquierda, en determinados intervalos verticales, ó pisos, cuando se trata de un filón ó de varias capas sobrepuestas, ó en un solo piso, cuando no se trata más que de una capa. Cuando en el caso de un filón ó de una masa metalífera más ó ménos vertical, alcanza el pozo cierta profundidad, se empiezan las galerías del primer piso, siguiendo al mismo tiempo la excavación del pozo; más abajo, á una distancia vertical que depende de la naturaleza del criadero, de los medios de extracción y de otras circunstancias, y que suele ser de 20 á 30 metros, se excavan las galerías del segundo piso, y así sucesivamente, dejando el criadero dividido en grandes macizos. Las dimensiones de las galerías en minas metalíferas no deben ser menos de 1,80 metros de alto por 1,20 de ancho, á fin de que puedan trabajar con comodidad los operarios; tratándose de un filón que por algunas partes presenta un ancho mayor que el referido, aumenta naturalmente, en los sitios indicados la de la galería, puesto que conviene, por regla general, excavar toda la masa del criadero. A fin de que las aguas procedentes del criadero afluyan al pozo, se da á las galerías la inclinación precisa; y aun cuando el criadero no haga agua, como se dice, dicha inclinación es conveniente para facilitar el transporte de minerales y escombros en las carretillas de mano ó en los vagones. La excavación de las galerías (fig. 43) se verifica con las herramientas ordinarias ya descritas, y á veces con la perforadora mecánica, aunque, como queda insinuado, en tales labores ofrece generalmente muchos inconvenientes la conducción y aplicación del aire comprimido.



FIGS. 48 y 49.—Disposición del sistema frigorífero de Poetsch.

Los pozos inclinados que se practican en la misma masa de los criaderos, así como las galerías abiertas en éstos á diferentes niveles, son esencialmente labores de guía ó preparatorias, aunque participan del carácter de labores de beneficio, por cuanto su excavación produce cierta cantidad de mineral útil. Sin embargo, se da el nombre de *labores de beneficio* á las que tienen por objeto único la explotación ó beneficio de los criaderos, ó, mejor dicho, de los macizos de ellos que

quedan comprendidos entre pozos y galerías. Estas labores se ejecutan con arreglo á diferentes procedimientos, según la forma, inclinación, potencia y estructura de los criaderos, la naturaleza de la roca vecina, la ventilación y el desagüe, la índole y valor de los materiales de fortificación, etc.; algunos de esos procedimientos son propios de la explotación de capas, y de ellos nos ocuparemos al tratar más adelante de las minas de hulla y sal gema; los que nos interesan más

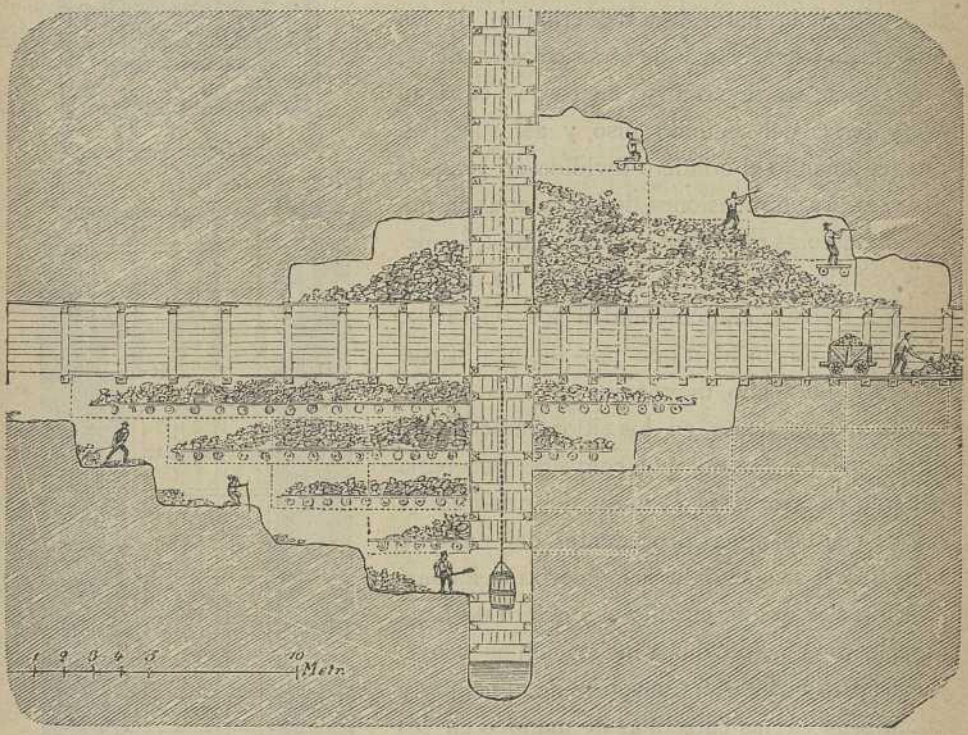


FIG. 50.—Labores de beneficio (rebajo y realce) en una mina metalífera.

particularmente considerar ahora son los que se aplican á la explotación de filones metalíferos.

El método de beneficio sistemático más antiguo es el llamado *labor en bancos* ó *rebajo*, que se verifica en el piso de una galería, según indica la parte inferior de la fig. 50. Arranca generalmente de un pozo maestro, ó de uno interior (*calderilla* ó *tiro*), de los que suelen abrirse á intervalos más ó menos grandes desde una galería á otra inferior, ya para promover la ventilación, ya para activar el desarrollo de las labores de guía ó facilitar las operaciones relativas á la extracción. El rebajo se desarrolla en bancos sucesivos de dos á tres metros de altura, de modo que cuando alcanza cierta profundidad ofrece el aspecto de una serie de gradas, como se ve en nuestro grabado. El mineral aprovechable que se arranca es extraído directamente por el pozo maestro, cuando el rebajo se

halla inmediato á él; en caso contrario, es preciso elevarlo por medio de un torno (fig. 62) á la galería superior inmediata, ó echarlo por un pozo interior á la galería que se halla debajo. La *zafra*, ó sea la ganga y roca estéril que resulta de la excavación, se emplea para rellenar ó *ativar* los huecos formados, amontonándose sobre pisos ó camadas de madera, que se colocan á diferentes alturas á medida que baja la labor, según se ve en la fig. 50. Otro método principal de beneficio es el llamado *labor de testeros* ó *realce*, que viene á ser, en cierto modo, la inversión del rebajo, puesto que, como indica la parte superior



FIG. 51.—Labor de testeros ó en realce.

de la fig. 50, se emprende en el techo de una galería, y consiste en la excavación, en sentido horizontal, de testeros ó frentes de 1,50 á 2 metros de altura, que se suceden de abajo arriba como una escalera invertida. A medida que el realce se eleva, se ativa el hueco formado, echando la zafra al principio sobre un piso de madera ó un embovedado de piedra construído al efecto en el techo de la galería, en el que consiste á veces dicho piso, que se deja sin excavar en un espesor de un metro ó más, en los sitios en que el filón es estéril ó de poco valor; siendo de advertir también, respecto de las labores de beneficio en general, que los trozos estériles del criadero se dejan sin excavar y contribuyen á la fortificación de los huecos. La fig. 51 es una vista de una labor en realce, y muestra muy bien la manera de trabajar los mineros, apoyados sobre los escombros ativados. El mineral útil, separado de la zafra, se echa á la galería inferior, donde se carga y lleva al pozo de extracción, como indica la fig. 50.

El beneficio de un criadero potente en forma de capa ó masa muy inclinada, y que contiene pocas partes estériles, se verifica por lo común por el modo dicho de *labor atravesada* ó *á través*, que consiste esencialmente en abrir galerías á diferentes niveles en la dirección del criadero y en su yacente ó lado inferior, y luego practicar otras transversales en la masa del criadero, excavando después los macizos que quedan entre ellas y ativando los huecos. Esta labor procede también, como la de realce, de abajo arriba, abriéndose una nueva serie de galerías transversales inmediatamente sobre las primeras, cuando el criadero ha sido excavado y ativado al nivel de éstas.

FORTIFICACIÓN DE LAS LABORES

Algunas rocas son tan firmes, que las excavaciones hechas en su masa se mantienen por tiempo indefinido, sin necesidad de apoyo artificial; en cambio

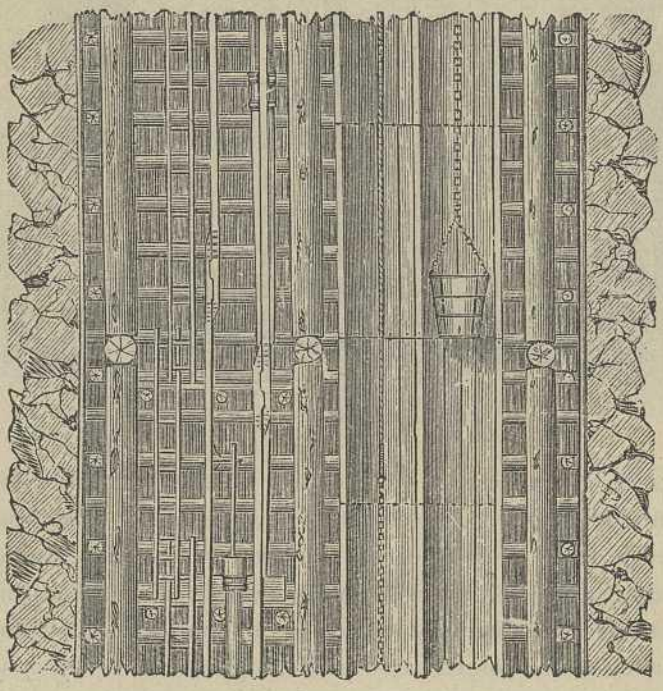


FIG. 52.—Entivación de un pozo de sección longitudinal.

hay terrenos que ceden más ó menos pronto á la presión cuando se da motivo para ello, de modo que en muchos casos se ve obligado el minero á fortificar sus labores subterráneas, con el objeto de prevenir hundimientos, incompatibles, así con la seguridad de los trabajadores como con el desarrollo de la explotación.

Aparte de la ativación de las labores de beneficio, que obedece al doble objeto de fortificar y evitar los gastos de extracción de escombros inútiles, es preciso reforzar muchas excavaciones mineras por medio de obras de madera, mampostería ó hierro. Las obras de madera ofrecen las ventajas de ocupar menos espacio que las de mampostería, poderse ejecutar mucho más pronto y ser, en general, más baratas; en cambio duran mucho menos tiempo y originan reparaciones costosas. La mampostería, hecha bien y con buenos materiales, es casi indestructible; pero ocupa bastante espacio, y en principio resulta costosa. Las obras de hierro duran menos tiempo que las de mampostería, pero ocupan todavía menos espacio que las de madera, y, una vez preparadas, pueden colocarse rápidamente; por ello, y por su resistencia, son muy útiles en terrenos movedizos y donde la presión es considerable.

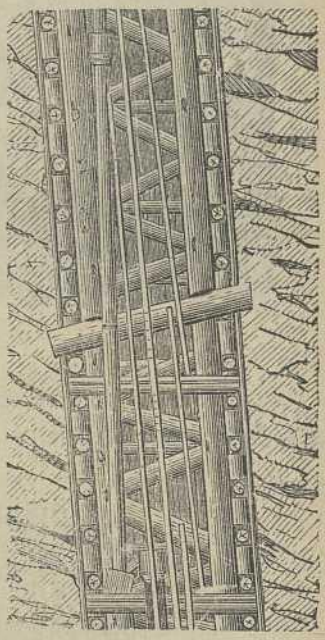


FIG. 53.
Entivación de un pozo: sección transversal.

En la fortificación con madera, ó *entivación*, como se llama, se emplean diferentes clases de madera, siendo las mejores las más duras y las resinosas. Su duración en las labores subterráneas varía muchísimo, no sólo en virtud de los diversos grados de presión, sino también merced á las condiciones de la atmósfera en las minas, los cambios de temperatura y otros factores análogos. Se conserva la madera natural en las labores subterráneas, promoviendo constantemente una buena ventilación y rociándola con agua; pero esto no es siempre fácil, y, además, resulta mucho más ventajoso impregnar las maderas, antes de usarlas, con sustancias que las preserven contra los daños de la humedad, como se hace con las traviesas de las vías férreas y los postes del telégrafo eléctrico. Las sustancias más adecuadas al efecto son el sulfato de hierro, la creosota y el cloruro de cinc, resultando de la experiencia que las maderas impregnadas con ellas duran respectivamente once, dieciséis y treinta y cuatro veces más que las mismas maderas en su estado natural, por lo que el procedimiento de impregnarlas se ha adoptado ya en muchos distritos mineros donde el consumo de madera es crecido.

No podemos entrar aquí en pormenores acerca de los diversos modos de entivación, pues varían mucho, según la forma de la labor que se trata de fortificar y la naturaleza del terreno. Las figuras 52 y 53 dan idea de la entivación practicada en un pozo destinado á la extracción, al desagüe y á la bajada; y la figura 54, de la manera de revestir con madera una galería, mediante una serie

de cuadros, ó *portadas*, entre los cuales y la roca se introducen gruesas tablas; debiéndose tener presente que dichos grabados representan secciones verticales de las mencionadas labores.

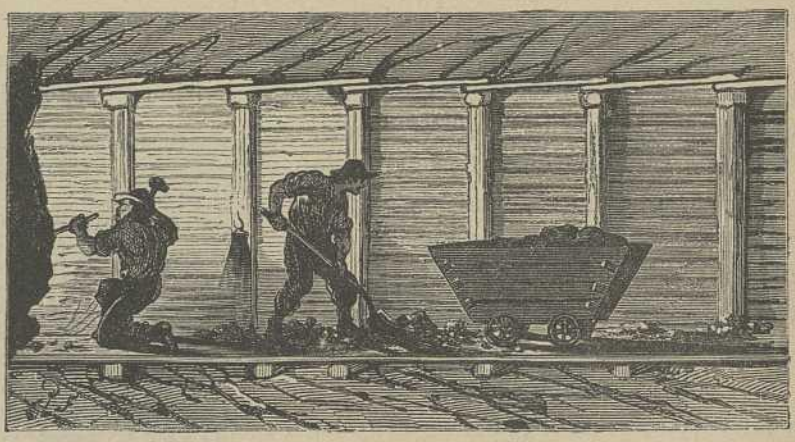


FIG. 54.—Entivación de una galería.

Para el refuerzo de las excavaciones mineras con mampostería se emplea la piedra en bruto, ó labrada, y los ladrillos, distinguiéndose las obras á piedra

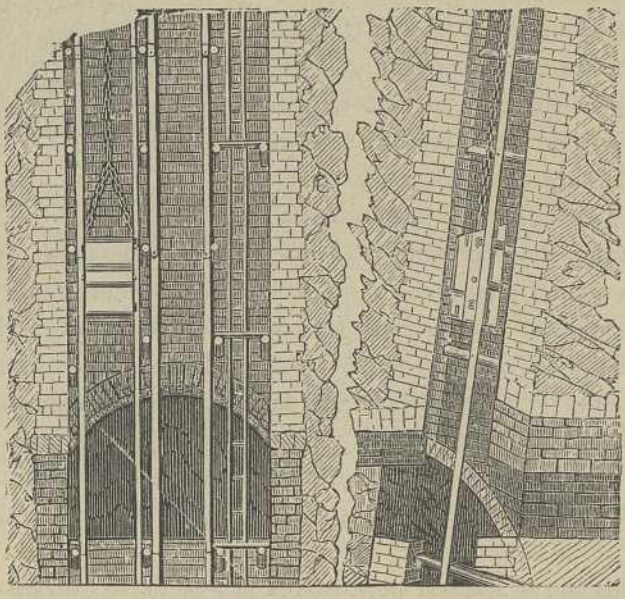


FIG. 55.—Pozo fortificado con mampostería.

seca y las que se construyen con mortero ó cemento; en las primeras nunca se emplea el ladrillo, pero las segundas se pueden hacer con éste ó con piedra. La duración de la obra depende mucho de la elección de buenos materiales, espe-

cialmente la piedra, que debe ser firme y bastante dura, y poder resistir los efectos del aire y la humedad. En cuanto á la disposición de las obras mismas, varía muchísimo también según las circunstancias especiales, que determinan á su vez las diferentes dimensiones, respecto de las cuales no es posible sentar

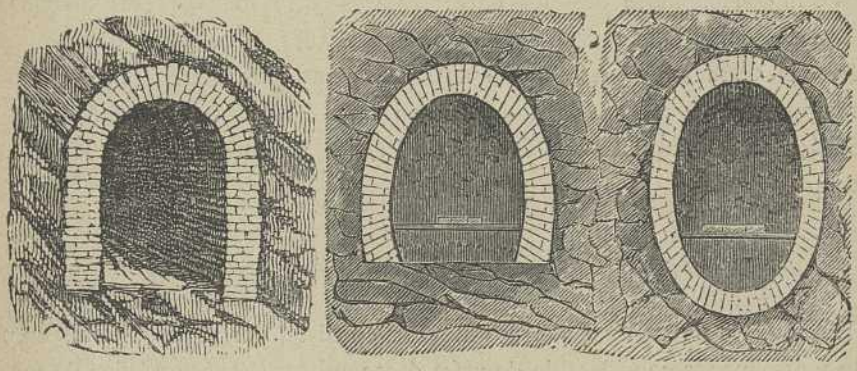


FIG. 56 FIG. 57. FIG. 58

Fortificación de las galerías con mampostería.

reglas fijas. La fig. 55 representa, en sección longitudinal y transversal, un pozo revestido de mampostería, viendose la disposición de los arcos que resguardan la entrada á las galerías; y las figuras 56 á 58 reproducen tres secciones diferentes de revestimientos de galería, construídas con piedra, y que también pueden hacerse con ladrillo. No es siempre necesario revestir toda la excavación, pues se presentan, al contrario, muchos casos en que basta, por ejemplo, el refuerzo de uno ó dos lados de un pozo, ó solamente el del techo de una galería, en cuyo caso se construye una bóveda de medio punto ó rebajada, estribándola en la roca sólida de las dos paredes. Por último, en algunas minas en cuyas galerías es la roca de regular firmeza, pero que se descompone rápidamente bajo la influencia del aire y la humedad, se evita el gasto de un revestimiento de mampostería enluciendo las paredes de dichas labores, á medida que se excavan, con mortero hidráulico, compuesto de cemento y arena.

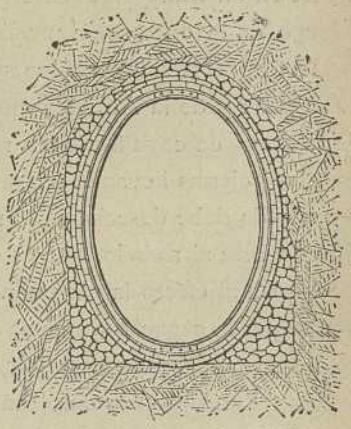


FIG. 59.
Fortificación de una galería con hierro.

En cuanto á la fortificación con hierro, se sustituyen hoy las portadas de madera en las galerías de muchas minas con otras de hierro dulce, compuestas sencillamente de dos trozos de hierro de I ó de rails usados de ferrocarril, encorvados de manera que formen un arco, ó una elipse completa, como indica la figura 59; ambas barras se unen mediante piezas laterales de hierro y tornillos,

y entre las portadas, que se colocan á intervalos de un metro, y la roca, se introducen dovelas de encina, ó barras de hierro usado. Tambien suele hacerse el refuerzo de los pozos de sección redonda de hierro dulce, colocando al efecto, á intervalos de un metro, fuertes aros, compuestos de segmentos unidos por tornillos é introduciéndose después entre los aros y la roca gruesas dovelas de madera de encina. Los revestimientos impermeables, ó *cuvelajes* de los pozos abiertos en terrenos aguanosos, que antes se hacían, por lo general, de madera ó mampostería, se construyen también con aros ó cilindros de hierro fundido, colocados cuidadosamente uno encima de otro, y acuñadas y calafateadas sus junturas.

TRANSPORTE Y EXTRACCIÓN

El producto de las excavaciones mineras consiste, por regla general, en una parte más ó menos considerable de zafra ó escombros (trozos estériles de roca y ganga) y de cierta porción de minerales aprovechables. Es evidente que la extracción hasta la superficie de esas materias inútiles contribuiría á aumentar notablemente los gastos de la explotación, y he aquí la razón principal por que el minero procura utilizarlas en el sitio mismo donde se arrancan, ativando ó rellenando con ellas los huecos subterráneos; en cuanto á los minerales útiles, hay, como es natural, que sacarlos de la mina, operación que consiste esencialmente en un transporte subterráneo desde los sitios de arranque hasta los pozos, y luego, en la extracción propiamente dicha por éstos hasta la superficie.

El transporte subterráneo se verifica todavía á hombros en muchas minas de España y de la América meridional, constituyendo lo que llamamos «paseo de tierras,» en cuya faena tan ruda se emplean muchachos ú hombres que recorren las galerías llevando á hombros espuertas cargadas; pero en toda mina bien organizada debe desecharse tan primitivo y costoso procedimiento, adoptando el transporte al rodado, que es el más racional y económico. En algunas minas se emplea al efecto la carretilla de mano, cuya construcción y dimensiones varían según la capacidad que se quiera que tenga el cajón, capacidad que depende, á su vez, del peso específico del mineral objeto del transporte; para los productos de más peso se emplean las carretillas más pequeñas. Por regla general, las carretillas de mano son de madera con rueda de hierro; pero en algunas partes se construyen totalmente de chapa de este metal. Las carretillas ruedan sobre el piso natural de las galerías, ó sobre una serie de tablas gruesas, tendidas al efecto sobre dicho piso. Pero en todos los casos en que las labores subterráneas tienen cierta extensión, y especialmente cuando se trata de transportar con rapidez cantidades grandes de mineral, deben emplearse vagones que ruedan por carriles de hierro ó acero, sujetos á traviesas sentadas sobre el piso de la galerías, como en las vías férreas ordinarias. Como es natural, los vagones usa-

dos en las labores mineras, así como los carriles y el ancho de las vías que forman, son de dimensiones mucho más reducidas que en los ferrocarriles comunes; pero el sistema es en esencia el mismo, y en las minas más desarrolladas se encuentran vías dobles, apartaderos, agujas, plataformas giratorias y otros accesorios de las vías férreas. En algunos distritos alemanes se usan todavía vagones con cajón de madera reforzado con hierro, y ejes y ruedas también de hierro (figuras 60 y 61); pero, por regla general, los vagones se hacen hoy totalmente de ese metal, y de formas y dimensiones varias, según la clase del mineral á que se destinan, el ancho é irregularidades de las galerías, la inclinación de sus pisos y otras circunstancias, y también según que hayan de ser manejados exclusivamente por hombres, ó arrastrados por animales ó medios mecánicos. En la jaula que representa la figura 63 se ven dos vagones de hierro de la forma y construcción más sencillas; otros son los llamados volquetes ó de báscula, en los cuales el cajón puede inclinarse de frente, ó lateralmente, girando sobre un eje, con objeto de facilitar la descarga.

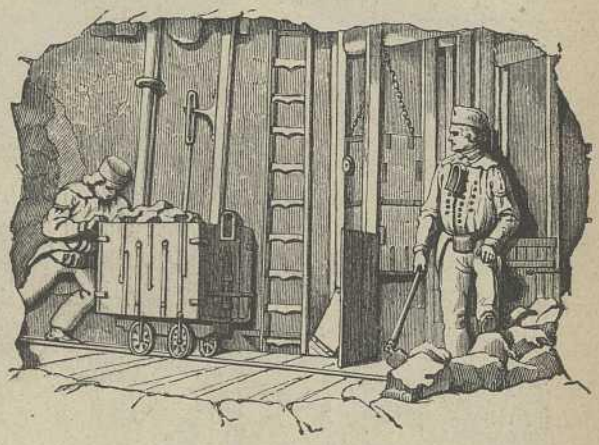


FIG. 60.—Vagón minero.

En las minas metalíferas se verifica generalmente el arrastre, ó, mejor dicho, el empuje de los vagones, por hombres, dependiendo la eficacia de este motor humano de las dimensiones y demás circunstancias de las galerías, de la vía, la construcción de los vagones, la ventilación, etc. De numerosos ensayos hechos en Prusia, resulta que el hombre efectúa cinco veces más con un vagón que con una carretilla de mano. Como motores de sangre se emplean además en las labores subterráneas caballos, mulos, burros, y en algunos casos perros; pero el caballo es el más común, si bien sólo se emplea en gran número en las minas de hulla, como veremos más adelante, en donde hablaremos también de diferentes motores mecánicos para el transporte subterráneo, y que, por regla general, no tienen aplicación en las minas metalíferas, sobre todo tratándose de filones. Donde una mina muy desarrollada se explota por medio de socavones, cual sucede, por ejemplo, en Ríotinto y Reocín, se emplean excepcionalmente en el arrastre de los vagones pequeñas locomotoras, y algunos de nuestros lectores recordarán, sin duda, haber visto funcionando una de estas diminutas máquinas en la Exposición de Minería celebrada en Madrid en 1883, atravesando una galería artificial, construída al efecto por la Real Compañía Asturiana. También

suele efectuarse el arrastre subterráneo mediante planos inclinados automotores, en virtud de la gravedad de los vagones cargados, método el más sencillo al par que económico para transportar grandes cantidades de mineral; pero bajo tierra se aplica sólo en la explotación de criaderos planos ó capas más ó menos inclinadas, teniendo su mayor desarrollo en las minas de hulla y lignito. En algunos casos excepcionales, como en ciertas minas de Freiberg, el Harz, Silesia, etc., el transporte subterráneo se verificaba antes por medio de barcos, que



FIG. 61.—Anchurón en un pozo, con cargadero.

circulaban en socavones convertidos en canales; pero la lentitud de semejante medio no es compatible con las exigencias de nuestra época, por lo que ha caído en desuso.

La extracción propiamente dicha, es decir, la elevación ó transporte de minerales en los pozos, desde el fondo de éstos ó los diferentes pisos hasta su boca en la superficie, se verifica con el torno, el malacate ó con motores de vapor, aire comprimido, hidráulicos, etc. Verdad es, por desgracia, que en nuestras Alpujarras se practica todavía la llamada *gavia*, que consiste en extraer los minerales subiéndolos hombres ó muchachos en cestos ó espuertas, por un pozo inclinado labrado en trancas ó gradas; pero ésta es una operación tan primitiva, que sólo debe mencionarse para condenarla en absoluto.

El torno de minas, representado en la fig. 62, se compone sencillamente de un árbol de madera, provisto de manivelas ó cigüeñas de hierro, y montado

horizontalmente sobre dos soportes verticales de madera, sujetos por su base á dos maderos transversales. En él se arrolla una cuerda de esparto, cáñamo ó alambre, en cuyos extremos se enganchan las espuertas, ó los cestos ó cubos destinados á contener los minerales que se trata de extraer; esta operación la verifican generalmente dos hombres, como indica el grabado. El torno se aplica todavía para extraer los escombros de pozos, al comenzar su excavación en la superficie; pero salvo éste y otros casos análogos, su uso se limita cada vez más á los pozos interiores (tiros ó calderillas), y á la extracción por los mismos de minerales arrancados en las labores de beneficio en rebajo, de que hablamos antes. Cierto es que en la provincia de Almería, y contra los preceptos del arte minero y la economía, se siguen extrayendo minerales por pozos verticales hasta de 300 metros ó más de profundidad, por medio de una serie de tornos sobrepuestos á diferentes alturas; pero confiamos en que, con el tiempo, se abandonará semejante práctica rutinaria. En algunas partes se usan tornos mecánicos de construcción especial, movidos por caballerías, los cuales son como la transición entre el torno simple y el malacate.

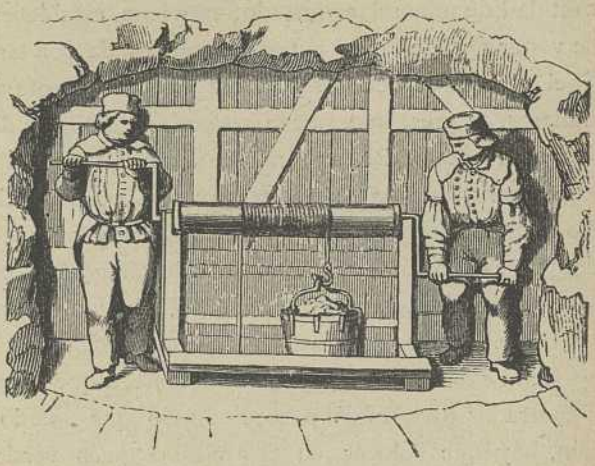


FIG. 62.—Torno de mina.

Cuando al profundizar un pozo desde la superficie la fuerza humana es insuficiente para la elevación de los escombros y el agua, ó la cantidad de mineral resultante de las labores de beneficio es relativamente pequeña y no precisa una marcha rápida, se emplea en muchos casos el malacate, el cual puede considerarse como un cabrestante cuyo árbol vertical sostiene un tambor de diámetro relativamente grande, y en el extremo de cuyas palancas se enganchan caballerías. La cuerda de cáñamo ó de alambre se arrolla tres ó cuatro veces en el tambor, y sus dos cabos pasan horizontalmente desde éste por dos poleas montadas á cierta elevación sobre la boca del pozo, de modo que las dos cubas de madera ó calderas de hierro que se enganchan en los extremos de aquéllos, quedan suspendidas libremente en el pozo, bajando una y subiendo la otra á medida que gira el tambor. Si el pozo es inclinado, precisa establecer guías de madera ó hierro, para que las vasijas de extracción no rocen, destrozándose, contra la roca, á cuyo efecto se les da la forma de un cajón más ó menos prolongado, construyéndose de madera ó de hierro.

La extracción con el malacate es una operación necesariamente lenta, de modo que, pasando la profundidad del pozo de 100 metros, ó siendo preciso extraer los minerales en mayor cantidad, hay que apelar al vapor. Tratándose de trabajos provisionales, se pueden emplear con ventaja las llamadas locomóviles, que son muy reducidas y se construyen hoy á propósito para la extracción minera, con tambor sencillo ó doble, dispuesto horizontalmente; en cambio, si la extracción tiene carácter permanente y hay que tener en cuenta el desarrollo de la mina en profundidad y extensión, y por consiguiente un aumento en la cantidad de mineral arrancado, conviene establecer desde luego una máquina de vapor fija, de fuerza superior, combinada con tambores de más dimensiones. Si el pozo es vertical y se destina exclusivamente á la extracción con cubas ó calderos, se prescinde, por lo general, de tabiques divisorios, así como de guías; mas si el pozo se destina también al desagüe y á la bajada y subida de los operarios, la extracción tiene lugar por una sección del mismo, separada del espacio restante por un tabique vertical de madera, que tiene por objeto evitar las desgracias y roturas á que pudiera dar margen la caída de una vasija. Sin embargo, la suspensión libre en el pozo, ó en una sección del mismo, de los calderos ó cubas, no es compatible con una marcha muy veloz, porque las oscilaciones de la cuerda dan lugar, naturalmente, á que choquen dichas vasijas entre si y contra las paredes del pozo; de modo que, siendo preciso activar la extracción, hay que colocar en éste vías ó guías verticales, en cuyo caso se emplea otra clase de vasijas. En las minas metalíferas suelen ser éstas sólidos cajones de madera reforzados con hierro, suspendidos de la cuerda por medio de pedazos de cadena, y provistos en dos de sus lados de pequeñas ruedas que se apoyan contra las guías de madera ó hierro. Las figuras 60 y 61 muestran esta disposición, así como la manera de descargar los vagones del transporte subterráneo y cargar los cajones de extracción. En la primera se vacia el vagón á un lado del pozo, en el anchurón que se excava al efecto en cada piso, y un operario echa el mineral al cajón parado junto á él; en la fig. 61 es otra la disposición, viéndose en el piso del anchurón, delante del pozo y entre los carriles de la vía de transporte, dos aberturas con fuertes rejas de hierro, que constituyen las bocas de dos cargaderos inclinados, labrados en la roca, y que se abren un poco más abajo, en la pared correspondiente del pozo. De este modo no se paran al nivel del anchurón los cajones de extracción vacíos, sino al de la desembocadura de dichos cargaderos, llenándose en un momento cuando se vacia un vagón sobre una de aquellas rejas que dan paso al mineral. Las guías representadas en dichos grabados son de madera; pero se hacen también de hierro, y en algunos casos con cuerdas de alambre sujetas en la boca del pozo y en el fondo mismo.

Es evidente que en la extracción á gran velocidad de grandes cantidades de mineral conviene evitar operaciones intermedias de descarga de vagones y carga de cubas ó cajones, siendo el medio más racional el de elevar por el pozo los

mismos vagones empleados en el transporte subterráneo. Dichos vagones, construídos á propósito con ruedecitas laterales que se apoyan contra las guías del pozo, se suspenden directamente en algunas minas de la cuerda de la máquina de extracción, bajándose de nuevo á la mina después de descargados en la superficie; pero el sistema más en boga consiste en elevar los vagones ordinarios, cargados en las labores subterráneas, por medio de jaulas relativamente ligeras, pero sólidamente construídas con hierro y madera, ó mejor con sólo hierro, que quedan siempre suspendidas á la cuerda. Estas jaulas (fig. 63) se hacen de uno ó más pisos, y al pararse en el pozo delante de la boca de las galerías se encarrilan en ellas en un momento los vagones cargados; nuestro grabado representa una jaula subiendo por el pozo con dos vagones de mineral. En este caso son las guías de madera, pero se hacen comúnmente de hierro ó alambre. En los pozos inclinados se emplean jaulas de construcción adecuada, y hay casos en que, siendo poco pronunciada la pendiente, se prolonga por ella la vía subterránea, enganchándose directamente en la cuerda de la máquina de extracción una serie de vagones que forma un verdadero tren.



FIG. 63 —Jaula de extracción con paracaídas.

Las cuerdas que se emplean en la extracción minera se hacen de cáñamo, pita, áloe ó alambre, ora de sección redonda, ora aplanadas, de modo que se parecen á cintas gruesas. En Bélgica y Francia están muy en boga las cuerdas planas de pita, mientras que en Inglaterra y Alemania, así como en los Estados Unidos, se prefieren generalmente los cables de alambre, los cuales se hacían antes sólo de hierro; pero el alambre de acero se acredita cada vez más, al pun-

to de que ya se emplean por lo menos tantos cables de acero como de hierro, porque, en igualdad de resistencia, los primeros pesan bastante menos que los segundos. También se han ensayado, con ventaja, cables hechos con alambre de bronce fosfurado, es decir, de una aleación de cobre con estaño fosfurado, y según parece, su resistencia es mayor aún que la de los cables de acero, y además no se oxidan. El diámetro de los cables depende del peso que han de elevar, y que se compone, en parte, del peso propio de la cuerda, que aumenta con la profundidad del pozo; por esta razón se emplean en minas muy profundas cables compuestos de trozos de diferentes diámetros ó anchos (según sean redondos ó planos) ó bien de sección que disminuya gradualmente hacia abajo.



FIG. 64.—Rotura de la cuerda y efecto del paracaídas.

A pesar de las precauciones que se adoptan para la mejor conservación de las cuerdas, se hallan éstas más ó menos expuestas á romperse; y ya comprenderá el lector los destrozos y las desgracias que puede ocasionar semejante rotura precipitándose al fondo del pozo una cuba ó una jaula cargadas de mineral, ó, lo que es infinitamente peor, llevando consigo algunos infelices trabajadores. Para impedir consecuencias tan fatales, se han inventado los llamados *paracaídas*, cuya construcción varía muchísimo; pero ninguno responde completamente á su objeto en todos los casos posibles, á pesar del estímulo de concursos y premios; y la verdad es que el problema tiene difícil solución. Los indicados mecanismos se basan, por lo general, en la presión ejercida por muelles, al tiempo de romperse la cuerda, sobre cuñas, dientes excéntricos de acero, palancas, etc., que, ya por penetración en las guías de madera, ya por rozamiento contra las de hierro, ó por una combinación de ambos efectos, ó bien doblando

las guías de cuerda de alambre, detienen la jaula, que de otra suerte iría á estrellarse en el fondo del pozo. La jaula representada en la fig. 63 se halla provista de un paracaídas de construcción bastante sencilla; mientras todo está en orden, las dos palancas terminadas en dientes que se inclinan desde el gancho de suspensión hacia las guías, pasan delante de las mismas sin tocarlas, merced á la tensión del muelle espiral de acero que se ve en el extremo inferior de dicho gancho; pero en el momento en que la cuerda se rompe, como indica la figura 64, el muelle se estira, las palancas se abren y sus dientes se clavan en la madera de las guías, parando y sosteniendo la jaula.

BAJADA Y SUBIDA DE LOS OPERARIOS

Se verifican por los pozos mediante escalas fijas, escaleras, escalas móviles ó los aparatos de extracción. Las escalas fijas consistían antiguamente en largueros de madera, atravesados de trecho en trecho por pequeños palos redondos que sobresalían en ambos lados; pero en la actualidad se componen de dos largueros paralelos de seis á diez metros de longitud, entre los cuales se fija una serie de peldaños de madera ó hierro, á unos 26 centímetros de distancia uno de otro. Semejantes escalas se colocan en los pozos con cierta inclinación, á fin de no cansar demasiado á los operarios, apoyándolas sobre pequeños tablados ó descansos de madera, como indica la fig. 65. En cuanto á las escaleras, se construyen á veces, en pozos verticales, en forma de caracol (figura 66); sistema que se ha perfeccionado en Bélgica con el empleo del hierro. En pozos muy inclinados se labran á veces gradas en la roca, ó se coloca una escalera formada de tablas y provista de una barandilla; y en algunas salinas alemanas existen planos inclinados hechos de madera bien labrada, sobre los cuales se deslizan los operarios sentados, asiéndose, para sostenerse, á un pasamano de cuerda, según se ve en la fig. 67.



FIG. 65.
Escalas de mina.



FIG. 66.
Escalera de caracol en un pozo.

En las minas profundas son muy fatigosas la bajada y la subida cuando se verifican por los medios ya mencionados, especialmente por las escalas fijas en

pozos verticales, y perjudican más ó menos la salud de los operarios, con lo que se reduce sobremanera el efecto del trabajo que éstos prestan; además de que tratándose de un número relativamente pequeño de hombres, se pierde mucho tiempo en hacer los relevos. Estas razones y los peligros de la bajada y subida con los aparatos de extracción, han conducido á instalar en algunas minas las llamadas *escalas móviles*, ó sea el *fahrkunst* de los alemanes, que inventó *Doerell* en 1831, en el Harz. Consiste este aparato esencialmente en dos varas paralelas suspendidas en una sección del pozo, y á las cuales están sujetas de trecho en trecho pequeñas plataformas; un motor imprime á las varas un lento movimiento alternativo en sentido vertical, de modo que cuando baja la una sube la otra, coincidiendo las plataformas de ambas en el punto muerto. Un operario, que se coloca sobre la plataforma superior de una vara, baja á una distancia determinada; pasando entonces á la plataforma de la segunda vara, baja nuevamente otra distancia igual; pasa otra vez á la primera vara, y así sucesivamente hasta llegar al fondo del pozo ó al piso en que trabaja. La subida se verifica de la misma manera. Las escalas móviles suelen hacerse de madera; pero se construyen también con cables de alambre ó barras de hierro, y en Bélgica, sobre todo, las hay cuyas plataformas, relativamente grandes y provistas de una barandilla, dan cabida á la vez á varios hombres. La experiencia ha demostrado, como era de esperar, que con las escalas móviles se gana un tiempo precioso: por ejemplo, tratándose de un pozo de 240 metros de profundidad y de 500 operarios, resulta que con dicho aparato se ganan en cada relevo, comparado con escalas fijas, tres cuartos de hora, yendo los hombres perfectamente descansados. Pero á pesar de estas ventajas, el empleo de las escalas móviles es bastante limitado, porque los gastos de instalación y entretenimiento son cuantiosos, y hay que reservar sólo para el aparato una sección no despreciable del pozo. Las escalas móviles se encuentran principalmente en Bélgica, Prusia, Sajonia, Bohemia y en el distrito de Cornwall (Inglaterra).



FIG. 67.—Bajada por un plano inclinado.

En algunas minas metalíferas muy profundas, así como en la mayoría de las hulleras, se verifica la bajada y subida de los operarios, en vista de lo costoso de las escalas móviles, por medio de las jaulas de extracción (fig. 62); sistema que si bien resulta menos ventajoso que aquel aparato, por lo que al ahorro de tiempo respecta, es preferible á las escalas fijas. Las precauciones que deben observarse son iguales á las que exige la extracción misma á gran velocidad, es decir, el buen cuidado ó vigilancia de las cuerdas y paracaídas, y la seguridad

de los frenos en tambores y volantes de las máquinas motoras. Donde se emplean cubas para la extracción, suelen bajar y subir los mineros en ellas, como indica la lám. IV; y lo propio sucede en los pozos que se profundizan con ayuda, de un malacate ó un torno; tratándose de este último, bajan los operarios uno á uno, sujetos por un pie ó una pierna mediante un lazo hecho al extremo de la cuerda, á la que bajan asidos con las manos.

VENTILACIÓN Y ALUMBRADO

Es condición esencial para la vida del operario en las labores subterráneas, el aire respirable; y cuando se tiene en cuenta que la acción de los agentes naturales que mantienen el estado normal de la atmósfera en la superficie de la tierra no se extiende á las excavaciones interiores de las minas, y que, además, se presentan en estas varias causas que determinan la impureza de ese elemento, es evidente que la renovación constante del aire reclama la atención preferente del minero. En las minas metalíferas se vicia el aire principalmente por efecto de la respiración de los operarios, que consumen de continuo cierta cantidad de oxígeno, sustituyéndola con ácido carbónico, y de resultas de la mezcla de sustancias nocivas, como dicho ácido, el óxido de carbono, el hidrógeno sulfurado, ácido sulfuroso, etc., que produce la combustión de lámparas y materias explosivas y la descomposición de maderas y sustancias orgánicas. Del gas de pantanos que se desarrolla en las minas de hulla nos ocuparemos en el capítulo siguiente. El hombre no puede respirar, sin peligro, una atmósfera que contenga 8 por 100 de ácido carbónico; con 5 á 6 por 100 lucen muy mal las lámparas, apagándose cuando la proporción alcanza aquella cifra. En este caso siente el hombre dolor en la cabeza y en los ojos, y se produce pronto la asfixia ó suspensión de los fenómenos vitales. Causa también molestia en las minas el aire saturado de vapor de agua, así como el muy seco, cargado de finísimo polvo.

Para que se ventile una mina ó se renueve en ella el aire, precisa que se formen corrientes, las cuales pueden producirse en las labores subterráneas, en virtud de la diferencia de temperatura ó densidad del aire en ellas y en la superficie, aun cuando no exista más que una vía de comunicación; por ejemplo, un pozo de dimensiones suficientes. En invierno es buena la ventilación, porque el aire frío del exterior penetra en las labores, bajando por los costados del pozo, mientras que el aire más caliente se eleva por el centro del mismo. En verano no es buena la ventilación por un solo pozo, porque es poca la diferencia de temperatura entre el aire exterior y el interior. Las condiciones para la ventilación natural son mejores cuando los subterráneos comunican con la superficie por dos conductos cuyas bocas se hallan á distinto nivel, como, por ejemplo, un pozo y un socavón, ó bien dos pozos, en cuyos casos penetra el aire puro

por uno y sale el viciado por otro. Para promover semejante renovación del aire suelen aprovecharse los vientos mediante mangas giratorias y construyendo elevadas chimeneas sobre determinados pozos; pero tales medios son poco eficaces.

En determinadas épocas del año, cuando la ventilación natural no es activa, y siempre donde faltan las condiciones precisas para que ésta se desarrolle, hay que recurrir á la ventilación artificial, que se produce aumentando la diferencia de densidad de las dos columnas de aire entrante y saliente, bien enfriando la primera ó calentando la segunda, bien enrareciendo ó condensándolas respectivamente mediante máquinas aspirantes ó soplantes. Semejantes medios se aplican más especialmente en las minas de hulla, en vista de la falta común de diferencias de nivel y el desprendimiento del hidrógeno carbonado ó gas de pantanos; en las minas metalíferas se sale generalmente del paso con el empleo de los llamados ventiladores, que se construyen de diversas maneras y tamaños, y también por medio de tabiques divisorios, convenientemente dispuestos en labores determinadas.

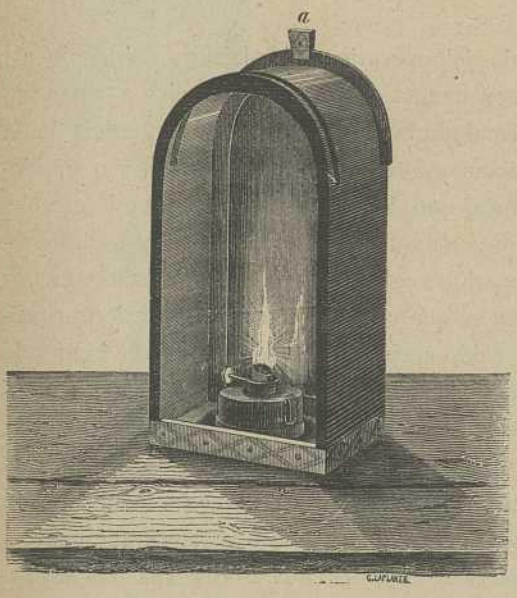
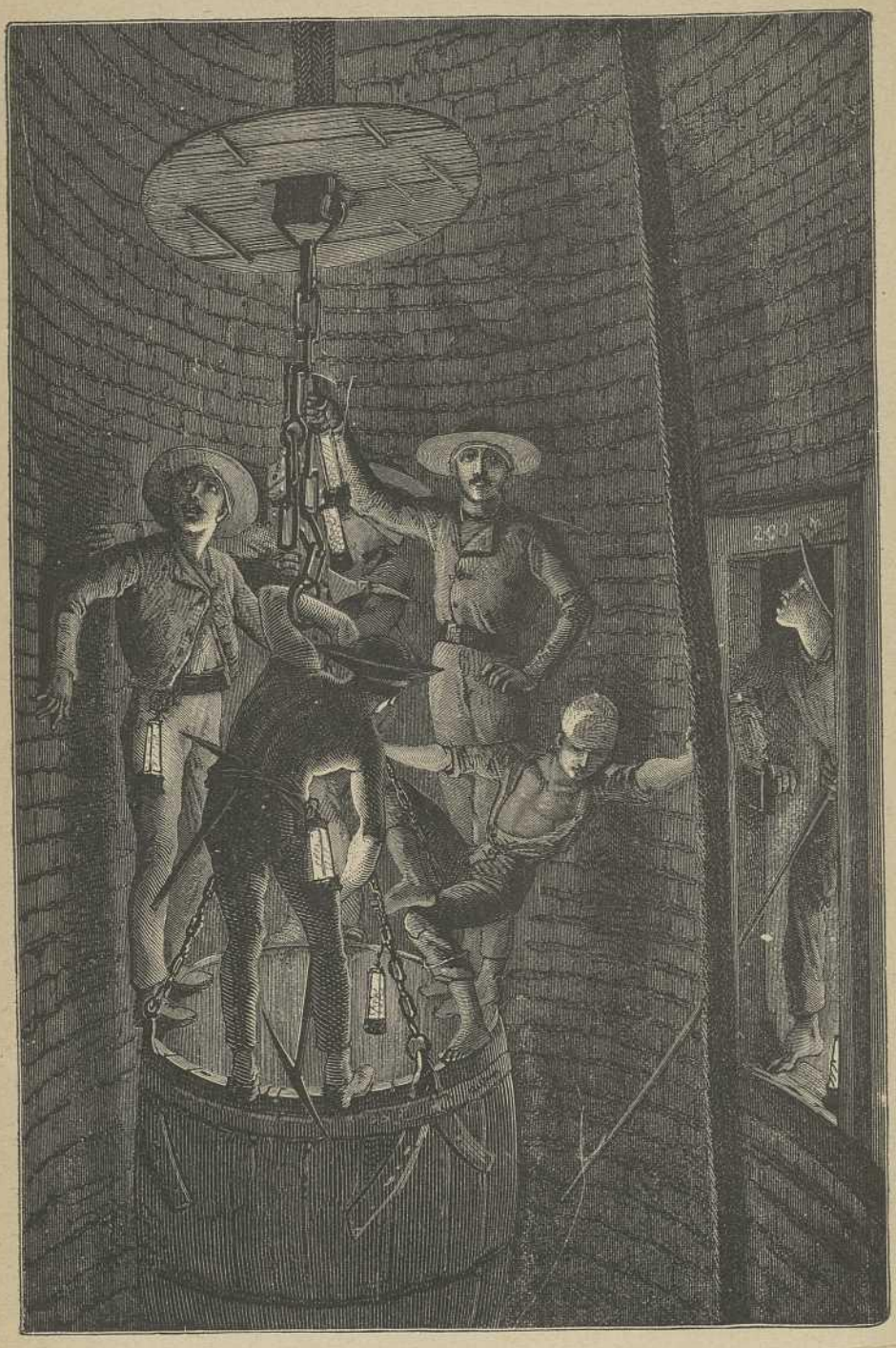


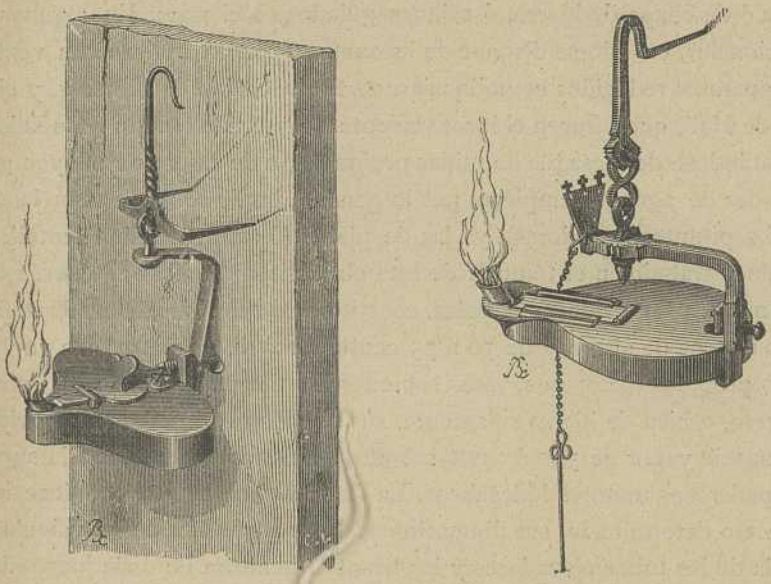
FIG. 68.—Linterna de mina sajona.

El *alumbrado* de las minas se verifica, por lo general, llevando cada operario una luz; sólo por excepción se iluminan determinados subterráneos por luces fijas. Según las labores y las costumbres de los diferentes distritos mineros, se emplean como luces portátiles teas, hachas de viento, velas de sebo ó cera, ó bien lámparas ó candiles de diversa construcción, alimentados con aceites vegetales, animales ó minerales. La fig. 68 representa la linterna comúnmente empleada en las minas de Sajonia, que tiene un gancho en la parte posterior y se lleva suspendida al cuello á la altura del pecho (figuras 51, 60 y 61), de modo que, sin carecer de luz, tiene siempre el operario libres ambas manos; y las figuras 69 y 70 reproducen dos formas comunes de candiles mineros, que se llevan en la mano ó se cuelgan en las paredes de las labores. En las hulleras donde se desarrolla el hidrógeno carbonado, es preciso emplear lámparas especiales, llamadas de seguridad, de que nos ocuparemos en el capítulo correspondiente. En los anchurones de los pozos de extracción, en los planos inclinados subterráneos y en las galerías generales de transporte, suele establecerse un alumbrado



Bajada de operarios en una hullera.

fijo, empleándose comúnmente al efecto grandes linternas con lámparas de aceite, provistas de reflectores para aumentar la claridad. Algunas minas metalíferas inglesas y alemanas se iluminan parcialmente con gas del alumbrado, fabri-



FIGS. 69 y 70.—Candiles de mina.

cado en la superficie de ellas, y en el interior de las minas de sal de Maros-Ujva (Hungría) se ha establecido ya el alumbrado eléctrico con carácter de permanencia.

DESAGÜE

De los meteoros acuosos que tienen lugar en la tierra firme, penetra gran parte en ella, y por regla general, los terrenos están llenos de agua debajo de un nivel determinado, aunque variable según la porosidad de las rocas y la sequedad ó humedad de las estaciones del año. Por grandes que sean las precauciones que se tomen en la superficie para evitar la infiltración de las aguas llovedizas por las bocas de pozos y labores antiguas, no se puede impedir la que tiene lugar por las grietas ó fisuras de las rocas mismas; de modo que en la mayoría de los casos, y después de llegar á cierta profundidad, es preciso adoptar medidas para elevar á la superficie las aguas subterráneas que impiden los trabajos; semejante operación constituye el llamado desagüe de las minas.

Los medios mecánicos que se emplean para desaguar, varían con arreglo á la cantidad de agua y la profundidad desde que ha de ser elevada. Mientras se profundiza un pozo, cuyo escombro se extrae por medio de torno, puede utili-

zarse éste para elevar el agua, si es muy corta su cantidad, á cuyo efecto se suspenden á la cuerda cubos de madera ó sacos de cuero. Asimismo sirven para el desagüe los malacates y máquinas de extracción cuando la profundidad y la cantidad de agua son relativamente reducidas, empleándose al efecto cubas de madera ó de chapa de hierro, ó cajones guiados en el pozo. En algunos casos excepcionales, cuando se dispone de bastante vapor, se aplican con ventaja relativa aparatos reducidos como los *inyectores* de Giffard ó Korting, y el *pulsómetro* de Hall, que ofrecen el inconveniente de que no resultan económicos.

Tratándose del desagüe de minas profundas, ó de las á que afluyen grandes cantidades de agua, se emplean, por lo general, las *bombas*, ya sean las de émbolo (ó aspirantes-elevadoras), ya las de pistón (ó aspirantes-impelentes), de las que hemos tratado en el tomo II de esta obra. Estas bombas adquieren á veces en las minas proporciones colosales, constituyendo sus tubos elevadas columnas de 150 metros de altura y de 50 á 75 centímetros de diámetro, con válvulas de tamaño proporcionado; sus varas son enormes tirantes de madera, reforzados con hierro, ó bien de hierro solamente, suspendidos en los pozos y movidos por máquinas de vapor de 500 á 1.000 caballos de fuerza, instaladas á la superficie, ó por poderosos motores hidráulicos. La clase de bomba que conviene adoptar en un caso determinado, sus dimensiones, la construcción de las válvulas y sus cajas, la de los tubos elevadores y los tirantes, la altura de cada juego de bombas y la situación de los juegos sucesivos en el pozo, son pormenores importantes para el minero, pero á los que no podemos descender aquí. A ellos se agrega la elección de la máquina motora que, prescindiendo de las ruedas hidráulicas, suele ser una máquina de vapor de efecto sencillo ó doble, de acción directa ó indirecta, vertical ú horizontal; su construcción varía muchísimo, pero la más racional que conocemos es la del ingeniero inglés *Davey*, cuyas ingeniosas combinaciones han oscurecido á las máquinas de desagüe más acreditadas antes. En muchos pozos de desagüe se establecen también las vías de extracción, y como además es preciso colocar una bajada de escalas fijas y reservar una sección libre para bajar las piezas de las bombas, los tirantes nuevos, etc., que representan generalmente volúmenes y pesos considerables, depende en mucho todo del aprovechamiento de la sección del pozo, en especial si ésta es algo reducida. Las figuras 52 y 53 dan idea de dicho aprovechamiento en un pozo fortificado con madera, viéndose en la primera, de derecha á izquierda, las secciones destinadas respectivamente á la extracción, á las bombas y á las escalas.

LEVANTAMIENTO DE PLANOS

La explotación racional de una mina supone el levantamiento ó trazado de los planos de sus labores, á medida que éstas se desarrollan. Se necesita ante todo una proyección horizontal de los subterráneos, acompañada de proyeccio-



Levantamiento de planos subterráneos.

nes verticales ó secciones de los mismos; y es también muy conveniente formar un plano general de la superficie, señalando en él los afloramientos de los criaderos, cuando existen, los indicios de labores antiguas, así como las bocas de las nuevas. En los casos en que es necesario obrar con mucha precisión, ó cuando las galerías están provistas de vías férreas para el transporte subterráneo, hay que recurrir al teodolito; pero en muchas minas se emplea todavía la brújula, ya sea la de pínulas que se fija sobre una trípode, ya la de suspensión, como indica la lám. V. Los valores de los ángulos observados y las medidas verificadas en el interior de la mina, se anotan cuidadosamente en un libro, y después se procede al trazado sobre papel; cada mes se agregan al plano así iniciado, los datos relativos á las excavaciones nuevas ó á la prolongación de las ya existentes, y de este modo se tiene siempre una guía para la dirección eficaz de los trabajos.

DISTRITOS MINEROS Y MINAS METALÍFERAS CÉLEBRES

Terminada la reseña de las principales operaciones que comprende la minería, hagamos una breve excursión por algunos distritos mineros célebres.

Uno de los más antiguos y notables es el de Freiberg, en Sajonia, cuyos criaderos se explotan desde el siglo XII, y en el que se presentan en el gneis, entrecruzándose y constituyendo una verdadera red, más de 900 filones, que se clasifican en cuatro ó cinco sistemas diferentes, según la preponderancia en ellos de minerales argentíferos, plomizos, cobrizos, de cinc, etc. Su espesor excede rara vez de 30 á 60 centímetros; pero ostenta frecuentemente gran variedad de minerales metalíferos y gangas, cuya separación y beneficio suponen procedimientos más ó menos complicados. Entre los numerosos pozos que dan acceso al laberinto de labores subterráneas, que se extienden en diez ó doce pisos sobre muchos kilómetros cuadrados, el más profundo es el llamado de Abraham, en la mina Himmelfahrt, que tiene unos 600 metros de hondo; la fig. 71 ofrece una vista de los edificios destinados á máquinas y almacenes, que se agrupan en torno de su boca, pues sirve para la bajada con escalas móviles *(fahrkunst)*, la extracción y el desagüe. Pero en este pozo, lo mismo que en otros muchos del distrito, no elevan las bombas el agua hasta la superficie, sino sólo hasta el nivel de los grandes socavones ó galerías generales de desagüe, resultando así una economía considerable. Además se utiliza el agua en varias minas y á su paso por el socavón, para poner en movimiento, mediante ruedas hidráulicas y máquinas de columna de agua, las varas de bomba y escalas móviles. No contentos con el antiguo socavón llamado del Príncipe, los mineros, secundados por un Gobierno perspicaz, decidieron en 1844 abrir otro 125 metros más abajo, y lo llevaron á feliz término en 1877, merced al empleo de máquinas perforadoras; tiene una extensión de más de 50 kilómetros, y costó cerca de nueve millones de

pesetas. Por atrevido que parezca á primera vista semejante gasto, tratándose de un mero socavón, ó sea de una labor de suyo improductiva, el estudio detenido del problema económico que estaba llamado á resolver lo justifica plenamente, puesto que no sólo entraña una disminución notable de gastos en las minas productivas, sino que permite que se prosigan las labores en otras que, sin esa obra, hubieran tenido que abandonarse en vista de su pobreza.

Al desarrollo tan metódico de la minería ha contribuído en Sajonia, en gran



FIG. 71.—Pozo de Abraham, en la mina Himmelfahrt (Sajonia.)

manera, de cien años á esta parte, la existencia en Freiberg de la célebre Academia de Minas, á la que concurren estudiantes de los países más diversos, y cuyos profesores combinan tan sabiamente la enseñanza teórica con la práctica. También es digna de todo elogio la conducta de un Gobierno que, penetrado de la importancia de semejante centro de instrucción, y celoso de mantener su fama, subvenciona determinadas minas provistas de aparatos especiales, que de otro modo se paralizarían, y en sus propios establecimientos metalúrgicos costea procedimientos útiles que nada le reportan, con el único objeto de completar en lo posible la enseñanza práctica de los alumnos de dicha Academia.

Otro distrito minero alemán, casi tan importante como el de Freiberg, y cuya primera explotación data de fines del siglo X, es el del Harz, macizo montañoso en el Mediodía de Prusia, que alcanza una elevación máxima de 1.140

metros y una extensión de unos 740 kilómetros cuadrados. Allí florecen las poblaciones mineras de Clausthal (con Escuela de Minas), Zellerfeld, Andreasberg, Altenau, Huttenrode, Elbingerode, Harzgerode, Goslar, etc., y en las diversas formaciones geológicas que constituyen la montaña se explotan criaderos de hierro, manganeso, plata, plomo, cobre, níquel, cobalto y antimonio. Pozos hay, como el llamado de Sansón, en Andreasberg, que alcanzan cerca de 800 metros de profundidad, y dos grandes socavones de más de 25 kilómetros de longitud

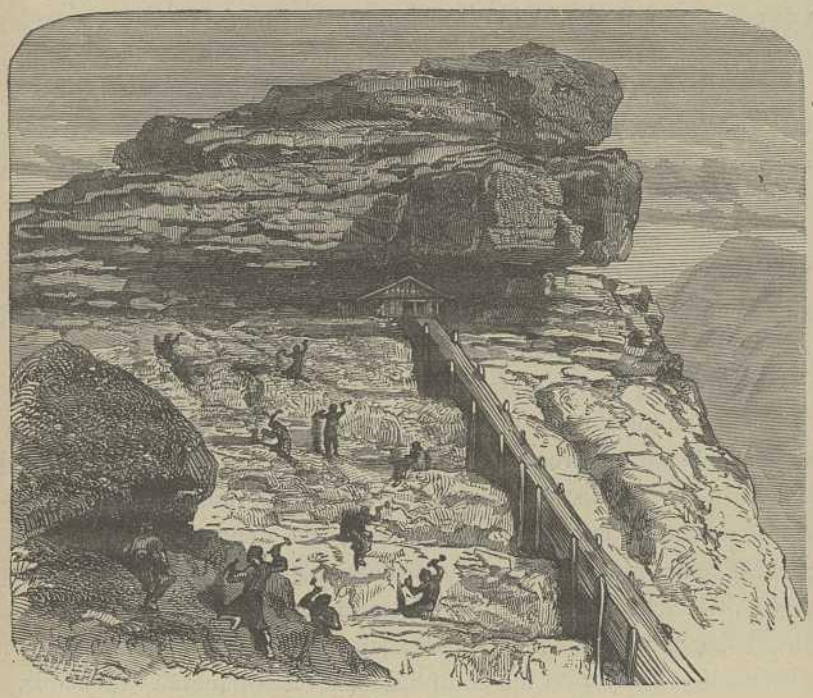


FIG. 72.—Minas del Ramnieloberg en el Hatz (Prusia.)

cada uno, facilitan el desagüe general de las minas. Como en Freiberg, pero en escala mayor, se aprovechan las aguas para mover bombas y máquinas diversas mediante numerosos depósitos y acequias que tienen una extensión de centenares de kilómetros; se utiliza, además, para el transporte de minerales, un canal subterráneo de 6.600 metros de largo. Uno de los criaderos más interesantes y abundantes es la gran masa de pirita cobriza del Rammelsberg, cerca de Goslar, que se explota al aire libre, en gradas, como una cantera (fig. 72). Pero muchos de los filones, tan ricos en otros tiempos, se han agotado ya; y los establecimientos metalúrgicos del distrito se sostienen en parte, en vista de la producción más reducida de las minas, importando y beneficiando minerales de otros países.

En las calizas silurianas de los Alpes austriacos (Estiria) y en una extensión

de más de 300 kilómetros, se presentan importantes capas de hierro espático que se explotaban ya en tiempos de los romanos y se benefician todavía en inmensa escala. En el Erzberg (montaña del mineral) cerca de la población de Eisenerz, que forma el centro de tan importante distrito, tienen dichas capas un espesor de 90 á 280 metros, y por doquier se encuentran grandes canteras ó labores á cielo descubierto, y extensas excavaciones subterráneas, servidas por vías férreas, planos inclinados, ascensores y demás medios para facilitar el transporte más rápido y económico del mineral, el cual consiste en carbonato de hierro, y es en gran parte de calidad inmejorable. Los hierros y el acero de Estiria, que son por ello muy renombrados, se fabrican en el distrito mismo, pues cerca de él se encuentran las minas de hulla de Leoben, cuya población es el centro oficial de la comarca y tiene una Academia de Minas.

Las calizas dolomíticas de la provincia vecina de Carintia contienen numerosas masas irregulares de mineral plomizo (galena) que son objeto de explotación en centenares de minas, hasta una elevación de 1.250 metros sobre el nivel del mar. Bleiberg, Raibl, Obir, Petzen, etc., son los núcleos de esta comarca, tan productiva en plomo; pero el imperio austro-húngaro cuenta además con distritos mineros mucho más importantes aún, particularmente los de Kronstadt (plomo y plata), Nagyag (oro y plata), Vorospatak (oro), Offenbanya (oro, plata y plomo) y Hunyad (hierro), en Transilvania, y la célebre comarca de Kremnitz y Schemnitz, en la parte Noroeste de Hungría. En los numerosos y ricos filones que atraviesan en este distrito traquitas, pórfidos, dioritas, granitos y otras rocas, se encuentran, en mayor ó menor abundancia, minerales diversos de plata, plomo, cobre, cinc, piritas auríferas y oro nativo, que se beneficiaban en parte en el siglo VIII. Schemnitz, que es el centro minero más importante de Austria, tiene una Escuela de Minas bien acreditada, y practica la minería, y muy en especial el lavado ó separación tan complicado de esos minerales revueltos, sistemáticamente y con arreglo á los mejores adelantos. Celébrase mucho el gran socavón llamado de José II, empezado en 1782 y concluído en 1787, que tiene una longitud de más de 16 kilómetros.

Entre las regiones más ricas en metales se citan los montes Urales, que constituyen el límite natural entre las Rusias Europea y Asiática. Como ya dijimos en los apuntes históricos que encabezan este capítulo, la minería empezó á desarrollarse en dicha región por el año 1700, cuando Pedro el Grande llamó al efecto á varios mineros alemanes experimentados para que tomasen la dirección de las operaciones. Uno de los rusos que por entonces dió prueba de mayor actividad é inteligencia, fué un siervo, armero de oficio, Nikita Demidow, que llamó sobre sí la atención del Emperador, del que obtuvo ciertas concesiones mineras, además de un título nobiliario, fundando así la casa de los príncipes de Demidow, cuyos miembros se han distinguido tanto por sus fabulosas riquezas, su generosidad y sus excentricidades. El centro de las posesiones de-

midowfianas en los Urales, es la ciudad de Nischni Tagilsk, cuya prosperidad se debe á dicha familia y es una de las poblaciones mineras y metalúrgicas más importantes del mundo, hallándose situada en la montaña, sobre la vía férrea de Perm á Jekaterinburg, y en la margen de un extenso lago formado en la confluencia del Tagil y otro río. En medio de la ciudad se extienden las grandes fábricas siderúrgicas y de construcción de máquinas, detrás de las cuales se encuentra un elevado peñón, desde cuya cima se desarrolla un extenso y hermoso panorama. En las inmediaciones se alzan los peñascos desnudos y negros de los montes Wissokaja Gora y Lebaschka, que constituyen enormes macizos de hierro magnético. Más allá, en el fondo, aparecen la fundición de Tschernostotinsk, los placeres auríferos de Serlbransk, en la margen de un lago artificial de unos 50 kilómetros cuadrados de extensión, y las montañas de Wisimotkinsk, donde se encuentran los célebres placeres de platino; también se distinguen las minas de hierro crómico de Tagilsk, y más al Este los cerros cubiertos de selvas, á cuyo pie se hallan los altos hornos y laminadores de Salda, mientras que al Sur se ven, á lo lejos, las cúpulas de la ciudad minera de Newjansk, reflejando los rayos del sol.

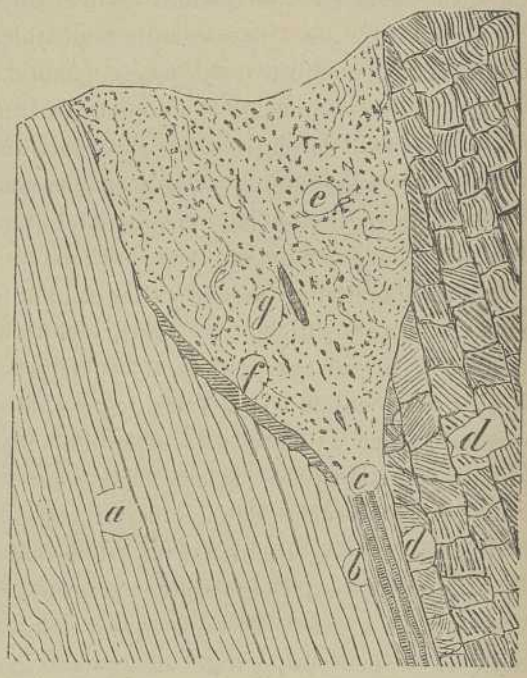


FIG. 73.—Sección vertical del criadero de Vissokaja Gora (Urales).

La explotación del hierro magnético de Wissokaja Gora se verifica á cielo descubierto, y miles de operarios arrancan el mineral durante el verano para dar abasto á seis grandes fundiciones. Así podrían trabajar todavía durante miles de años antes de que se agotaran esos enormes depósitos; y eso extrayendo, como hoy, á razón de unos diez millones de quintales métricos al año.

En las inmediaciones se explota, desde 1814, uno de los criaderos cobrizos más ricos y singulares de cuantos se conocen, y cuya sección vertical reproduce la fig. 73. La roca *a* es una caliza siluriana, según indican los fósiles que en ella se presentan; contra sus capas, muy levantadas, se apoya un banco de esquisto arcilloso *b*, en el que se encuentran dos capas delgadas de piritas *c*, que contienen de 1 á 3 por 100 de cobre, mientras que en el lado opuesto se presenta la diorita *d*. Hasta la profundidad de unos 200 metros, en toda la extensión del

criadero, han experimentado, tanto la caliza y la diorita como el esquisto cobrizo, los efectos de la descomposición y la erosión, formándose con el tiempo un enorme hoyo de sección embudiforme, que se rellenó con arcilla (*e*) en cuya masa se encuentran hierro pardo y magnético, malaquita (carbonato verde de cobre), azurita (carbonato azul), óxido rojo de cobre, cobre nativo, piedra córnea y calcedonia. En el fondo (*f*) se halla recubierta la caliza por un depósito de yeso y malaquita, demostrándose así que este carbonato de cobre se produjo en virtud de la reacción química entre el carbonato de cal y el sulfato de cobre resultante de la descomposición de la pirita cobriza; y es probable que los citados minerales metalíferos de la masa general del criadero deban su existencia á un procedimiento análogo. En el punto *g*, situado en la prolongación lineal de las capas inferiores de pirita, se encontró una masa enorme de malaquita pura, que pesó 30.000 kilogramos, y con la cual se labraron planchas, columnas, vasos y otros objetos artísticos para el decorado interior del palacio imperial de San Petersburgo. En la Exposición internacional de París de 1867 se exhibió un bloque de malaquita, procedente de las minas Demidow, que pesaba 2.100 kilogramos y se apreció en 75.000 pesetas, y el Museo de la capital rusa conserva otro precioso ejemplar con peso de 1.500 kilogramos; antes solían encontrarse con frecuencia trozos de 10 quintales de peso. Hoy empieza ya á agotarse este rico criadero, en cuyas partes más profundas se presentan rara vez pedazos de malaquita de mayor peso que cinco kilogramos; pero aparte de dichas masas, de tamaño excepcional, toda la arcilla se halla mezclada con dichos minerales cobrizos, diseminados en pequeñas partículas. Centenares de obreros se ocupan en las excavaciones, que se mantienen desaguadas por medio de poderosas bombas movidas á vapor, de las que desde 1814 á 1859 se extrajeron más de 17 millones de quintales métricos de mineral, que produjeron 60.018.075 kilogramos de cobre metálico.

Pero las riquezas metálicas de los Urales no se limitan á las posesiones de los Demidow; aparte de otros depósitos considerables de mineral de hierro se explotan poderosos criaderos cobrizos, análogos al ya descrito, en Gumeschewskoi y Bogoslowsk, y otros de carácter distinto en Jugowsk, no lejos de Perm, y en Klutschewskoi, al Norte de Orenburg; los placeres auríferos se benefician en muchos puntos á orillas de diferentes ríos, y también se encuentra el platino en varias partes, aunque no tan abundante como en Nischni Tagilsk; por último, se explotan también criaderos de minerales argentíferos y plomizos, especialmente en la región de Nertschinsk.

Ya que nos hallamos tan cerca de la Siberia, mencionaremos de pasada las célebres minas de Batugol, no lejos de Irkutsk. No se explota en ellas metal alguno, sino el mineral tan útil llamado grafito ó lápiz-plomo, que en tan gran escala se emplea en la fabricación de lapiceros, y que es, como el diamante, una modificación del carbono. En el siglo pasado procedía exclusivamente el gra-

fito puro de una mina del condado de Cumberland (Inglaterra), que se agotó hace tiempo, y desde que el francés Alibert descubrió, en 1847, los depósitos de Batugol, todo el grafito de primera calidad empleado en la industria lapicera se importaba de Siberia, hasta que se descubrieron otros criaderos en la isla de Ceilán.

La península escandinava es la patria por excelencia de los criaderos metalíferos, que afectan la forma de masas irregulares en las antiguas rocas cristalinas, hallándose representados más especialmente los minerales de hierro y cobre, y en segundo lugar, la plata y el cobalto. Distínguense en Suecia nueve importantes distritos mineros, y otros cinco en Noruega, donde, además de los minerales referidos, se encuentra algún plomo, cinc, níquel y estaño.



FIG. 74 —Cima de Stœten en Dalecarlia (Suecia).

En el distrito de Dalecarlia (Suecia) se halla el célebre criadero de Falun, en forma de enormes masas irregulares que se estrechan en profundidad, en medio de un esquisto micáceo. Compónense esas masas de una mezcla de pirita de hierro y cobre y de cuarzo, en la que se encuentra á veces un poco de galena y blenda; su riqueza es bastante variable, y era mayor en otros tiempos que en la actualidad, pues durante el reinado de Gustavo Adolfo, á principios del siglo XVII, se extraían anualmente unos 35 millones de quintales de mineral; bajo Carlos XI, á fines de dicho siglo, 2.700.000 quintales, y hoy poco más de un millón. Las labores se siguen ahora á 400 metros bajo la superficie, constituyendo la entrada principal á las mismas una enorme sima, llamada Stœten (fig 74), de 200 metros de ancho y 70 de hondo, formada en 1687 por el hundimiento de excavaciones antiguas. Sobre esta boca se hallan establecidos los aparatos de extracción, como indica nuestro grabado, y los mineros suelen uti-

lizar las cubas para bajar y subir, aunque se puede llegar á la entrada del socavón principal por medio de escaleras labradas al efecto en la roca, y de escalas fijas de madera. Las labores subterráneas participan más ó menos de la irregularidad de las masas cuyo aprovechamiento tienen por objeto; en otros tiempos no obedecían á método alguno de explotación, pero hoy es otra cosa, pues la minería se halla en Suecia á gran altura.

En cuanto á los minerales de hierro, tan afamados como abundantes, tenemos, en primer lugar, los grandes depósitos de hierro magnético de Danemora, en la provincia de Upland, que se explotan principalmente por medio de labores al descubierto, hasta la profundidad de unos 200 metros. En la provincia de Wärmland se encuentran los hierros magnéticos no menos apreciados de Nordmark, de cuya explotación nos da idea la fig. 75.

Noruega posee también inmensas riquezas de hierro magnético, que se benefician más especialmente en Arendal y Röraas; en este último punto, así como en los distritos de Telemarca y del Cabo Norte, se presentan ricos depósitos de cobre; pero el distrito minero noruego que más celebridad ha alcanzado, es el de Kongsberg. En los esquistos cristalinos de esta región se conocen más de 500 filones de poco espesor, que contienen una variedad muy notable de minerales, entre ellos plata nativa, con algún oro á veces, plata negra, plata córnea, plata roja, galena, arsénico nativo, blenda y piritas de cobre y hierro. Estos filones, que se explotan desde el año 1623, han producido cantidades considerables de plata, conservándose todavía en el Museo de Copenhague un bloque del metal nativo, hallado en 1666, que pesa unos 270 kilogramos; pero esas minas no son ya tan abundantes como otras veces, por más que de vez en cuando se obtienen aún buenos hallazgos, como el bloque de plata nativa extraído en 1834, que pesaba más de 350 kilogramos.

Pasando á Inglaterra, fijémonos ante todo en la península de Cornwall, á cuya costa llegaban los antiguos fenicios en busca de estaño, cuyo metal ha sido desde tiempo tan remoto, y aún sigue siendo, objeto de una explotación más ó menos activa. Dicha península se halla constituída principalmente por el llamado *killas*, que consiste en una combinación de variedades de roca esquistosa, en la que predomina el esquisto arcilloso, cuya masa se halla interumpida en algunos puntos por rocas eruptivas (granito y pórfido), atravesándola además numerosos filones estaníferos y cobrizos.

El mineral de estaño extraído en tiempo de los fenicios, y más tarde de los romanos, procedía exclusivamente de aluviones superficiales, resultantes de la descomposición de las rocas y sus filones y del acarreo y acumulación de los fragmentos en las depresiones del terreno. En el Cornwall, así como en la parte occidental del vecino condado de Devón, se encuentran en todas partes indicios de la antigua explotación de estos depósitos ó placeres estaníferos; y aunque la mayoría de ellos se halla ya agotada hace tiempo, todavía se benefician algu-

nos, particularmente en el valle al Norte de Falmouth, encontrándose el mineral suelto, sepultado á 10 ó 12 metros de la superficie, bajo terreno de acarreo que contiene restos orgánicos vegetales y animales. Pero la mayor parte del es-



FIG. 75.—Minas de hierro de Nordmark (Suecia).

taño de Cornwall se extrae hoy de los filones, en unas 130 minas diferentes, hallándose por lo común el mineral más rico y abundante á la profundidad de 80 á 120 metros, si bien en las minas de Dalcoath y Tresavean los filones resultaron productivos hasta 400 y 600 metros respectivamente bajo la superficie. Puede formarse una idea de la importancia de la riqueza estanífera en Cornwall, recordando que, hace cuarenta años, había rendido la célebre mina de Wheal

Vor más de cinco millones de pesetas en beneficios líquidos á sus accionistas; el valor de la maquinaria instalada entonces en dicha concesión se tasaba en 2,5 millones, y el número de operarios empleados se elevaba á 1.200. La primera máquina de vapor que funcionó en Cornwall (una de Newcomen), se montó en esta mina por los años de 1710 á 1714. En el fondo de uno de los pozos, á 440 metros de la superficie, se hallaba una fragua en la cual se afilaban y reparaban todas las herramientas de los mineros y los émbolos y varas de las bombas, evitando así la molestia y el gasto de subir y bajarlos continuamente.

Muchos filones contienen mineral cobrizo asociado con el de estaño; pero Cornwall cuenta además buen número de minas de cobre, propiamente dichas, en cuyos filones se presentan la pirita, el cobre gris y el óxido negro de dicho metal, cuya explotación sólo se remonta á fines del siglo XV, no habiendo adquirido verdadera importancia hasta el XVIII. Los distritos principales son los de Camborne, Redruth y Gwennap; pero no lejos del Cabo Cornwall, en el distrito de Penzance, y en el escabroso promontorio de Botallack, hay una mina de las más singulares de cuantas existen en el mundo. En ninguna parte aparecen asociados de un modo más pintoresco los triunfos de la industria con el imponente aspecto de la costa oceánica; los afloramientos de los filones metalíferos bajan por los peñascos, escondiéndose en su pie bajo las turbulentas olas del mar, pareciendo desafiar al minero más intrépido; pero á pesar de los grandes obstáculos opuestos por la naturaleza, han sido perseguidos con fruto esos filones por debajo de las aguas, estableciendo el hombre sus poderosas máquinas en puntos que parecen propios para nidos de águilas. La fig. 76 ofrece una vista de los peñascos de Botallack, bañados por el Atlántico, y sobre uno de ellos aparece la casa de la máquina principal de desagüe de dicha mina, cuyo pozo baja verticalmente por la roca. Las galerías se extienden en los diferentes pisos sobre el filón cobrizo, tanto en la dirección de tierra firme como en la del océano, y desde las labores que más se aproximan al fondo de éste se oye distintamente un ruido sordo, producido por las olas embravecidas, mientras que el agua salada gotea continuamente del techo natural. Sobre otro peñasco más extenso, separado del anterior por una sima estrecha y profunda franqueada por un puente, se hallan agrupados los talleres principales y las oficinas del establecimiento, que da empleo á unos 2.800 operarios, y se une á la tierra firme, propiamente dicha, por otros puentes, que cruzan también las vías férreas destinadas al transporte de los productos, etc. Cerca de Botallack se encuentran otras minas, cuyas labores se extienden debajo del fondo del océano, y en las cuales tuvieron los mineros la temeridad de seguir excavando el filón hacia arriba, cuando sólo les faltaban tres metros para llegar á las aguas del mar; pronto se vieron precisados á huir, pues el agua comenzó á penetrar en la mina; pero gracias á la solidez de la roca y á las pequeñas dimensiones del boquete abierto, se logró después evitar una catástrofe, tapando la abertura con obra de cemento.

Cuando se penetra en estas labores durante una tempestad, se oye un ruido atronador, comparable sólo al que produciría el disparo continuo de toda la ar-



FIG. 76.—Mina de Botallack, en Cornwall (Inglaterra).

tillería inglesa; pero tal es el efecto de la costumbre, que los mineros siguen trabajando como si semejante estruendo fuera la cosa más natural del mundo.

En el país de Gales, y la parte septentrional del condado de Cardigan, existe un importante distrito minero de unos 130 kilómetros cuadrados de extensión,

cuyos esquistos arcillosos contienen multitud de filones de galena argentífera, algunos de cinco metros de potencia. Más al Norte, en el condado de Merioneth, se han explotado algunos filones de cuarzo con una cantidad no despreciable de oro nativo. En la caliza carbonífera de los condados de Derby y Cumberland se presentan filones, capas y masas de galena muy productivos, especialmente en la región de Alston-moor, célebre por sus minas y fundiciones de plomo.

No necesitamos recordar que Inglaterra y Escocia se distinguen por el número é importancia de sus depósitos de mineral de hierro, cuya explotación en pequeña escala data de tiempo inmemorial, habiéndose desarrollado grandemente desde 1740, cuando se generalizó el procedimiento de fundir con hulla. Los depósitos más apreciados son los que se encuentran y explotan en unión con dicho combustible, cual sucede en el Mediodía de Escocia y del País de Gales.

Aparte de sus riquezas en hulla, cuenta Bélgica con grandes depósitos de mineral de hierro, explotándose también algunos importantes de plomo y cinc, especialmente en Philippeville. La mayor parte de los metales que se consumen en Francia, salvo el hierro, que produce en gran cantidad, se importan de otros países; lo que suele atribuirse al hecho de hallarse ya agotadas sus riquezas en estaño, plomo, cobre, etc., que se explotaban tan activamente en otros tiempos. Pero la paralización tan lamentable de la minería metalífera en Francia se debe, en realidad, á los defectos de la ley de minas de 1810 y su aplicación; he aquí la causa principal de que, excepción hecha de las minas de plomo argentífero de Vialas, Pontgibaud, Poullaouen, Huelgoet y alguna otra, que no emplean en conjunto más de 9.000 operarios, se hallen abandonadas muchas riquezas aprovechables en la Bretaña, el Isère, el Auvergne, la Nièvre, los Vosgos, etc.

Italia se distingue por la variedad de sus productos metalíferos, aunque no precisamente por su abundancia ni por el desarrollo sistemático de la minería. Se explotan ricos depósitos de mineral de hierro en las provincias de Bergamo y Brescia, como en las islas de Cerdeña y Elba, en la última de las cuales cubren las masas de hematites una extensión de unas 250 hectáreas. Se extraen minerales cobrizos en Agordo, Aosta y otros puntos, y de plomo en las provincias de Génova y Lucca, y en Cerdeña; son célebres las masas de calamina de esta isla y del valle de Seriana, en Lombardía; se obtiene algún oro de las piritas ferruginosas del Monte Rosa, así como alguna plata en Cerdeña; las minas de Castellazzara y Gosaldo producen una cantidad no despreciable de azogue, y de Toscana y Sicilia se extrae algún antimonio.

Apenas hay un español que no haya oído ponderar la riqueza mineral de su patria, y es un hecho que la minería, tanto por la diversidad de sus productos como por la importancia de los valores que anualmente pone en circulación, figura entre las principales industrias de España. Pero también estamos acos-

tumbrados á oir esta otra verdad, á saber: que el desarrollo moderno de dicha industria en nuestro país se debe principalmente á la inteligencia y al capital de los extranjeros, sobre todo de ingleses y franceses, que, cual los romanos de antaño, explotan en beneficio propio los tesoros naturales de nuestro subsuelo, que por falta de conocimientos científicos y técnicos, de sentido práctico é iniciativa, no hemos sabido aprovechar. Verdad es que la medalla tiene su anverso, pues los establecimientos extranjeros implantados en nuestro territorio han servido, y sirven, de escuelas prácticas, en las cuales aprenden nuestros mineros en poco tiempo lo que de otro modo, y dadas esas deficiencias, no hubieran logrado saber, acaso, en toda una serie de generaciones. En algunos de nuestros distritos mineros vemos con gusto formarse empresas nacionales, propensas á abandonar los procedimientos mezquinos, rutinarios é ineficaces de nuestros abuelos, y á seguir el ejemplo del extranjero, acometiendo las explotaciones con arreglo al arte y valiéndose de los medios mecánicos perfeccionados, inventados y empleados con fruto por pueblos más activos. Pero á pesar de estas buenas tendencias, la minería nacional es susceptible, no solamente de muchas y grandes reformas, sino también de mucho desarrollo. Esto último se desprende de la consideración sencilla de que siendo bastante menor actualmente, y salvo en carbones fósiles, la riqueza del subsuelo de Inglaterra y Alemania que la de España, á la vez que es en estos países mucho más difícil y costosa la explotación, en razón á las grandes profundidades alcanzadas, esos pueblos contaban, en 1885, el primero más de 600.000 y el segundo 342.197 operarios empleados en sus minas, mientras que, según la estadística española de dicho año, nuestra minería sólo daba ocupación á 58.451. Y, sin embargo, España ha sido hasta estos últimos años el país que más azogue ha producido en todo el orbe, cuya producción anual en minerales plomizos equivalía no ha mucho á la tercera parte de la del mundo, y que hoy rivaliza también con los países más productivos en minerales de cobre y hierro.

¿Quién no ha oido hablar de Almadén, la antigua Sisapo, de donde extraían el cinabrio los romanos y los moros, y que todavía produce anualmente una cantidad considerable de dicho mineral? En su suelo se presentan, alternando con estratos casi verticales de pizarras silurianas, poderosas capas de arenisca impregnadas en parte de cinabrio ó sulfuro de mercurio, que les presta un color rojizo más ó menos oscuro y un peso extraordinario. Dada su posición tan empinada, se explotan estas capas como los filones, mediante pozos, que ya han alcanzado una profundidad de más de 300 metros, y galerías horizontales abiertas en diferentes pisos; pero en vista de la considerable anchura de los criaderos, que llega por partes á ocho ó diez metros, se benefician mediante un sistema mixto, combinación de la labor en bancos ó testeros y la atravesada, fortificándose luego las excavaciones por medio de sólidos arcos y macizos de mampostería. Las minas de Almadén pertenecen al Estado, lo que en nuestro país vale

tanto como decir que, por causas de diversa índole, y que no nos incumbe analizar aquí, distan mucho de ser establecimientos modelos en su género. Sin embargo, justo es añadir que, desde que los ingenieros Bernáldez y Rúa Figueroa pusieron de manifiesto en su luminosa Memoria de 1861 los vicios de que adolecía el sistema antiguo y rutinario de explotación en todas sus partes, laboreo, transporte subterráneo, extracción, desagüe, bajada de los operarios y ventilación, se han hecho loables esfuerzos para llevar á cabo las mejoras de necesidad más imperiosa, verificándose ya el beneficio de un modo más racional, la bajada y subida de los operarios por medio de escalas móviles, los transportes subterráneos por vías férreas y la extracción y el desagüe mediante poderosas máquinas de vapor. Para elevar las aguas hasta la superficie no se emplean bombas, sino cajas de hierro suspendidas á los cables de las máquinas de extracción; procedimiento que no carece, por cierto, de inconvenientes, pero que es admisible en Almadén, donde las aguas subterráneas se presentan en cantidad relativamente reducida. En efecto, en 1885 no se extrajeren más que 26.897 cajas, que son otros tantos metros cúbicos de agua, lo que equivale á unos 73 metros cúbicos diarios.

Los minerales que se extraen, consistentes, como hemos dicho, en areniscas más ó menos impregnadas de cinabrio, contienen, según su clase, de 2 á 40 por 100 de azogue, omisión hecha de escasos trozos de sulfuro puro, á veces cristalizado, que contienen más del 80 por 100. Su producto se elevó en el año 1885 á 182.092 quintales métricos; pero este rendimiento no puede admitirse como normal, es decir, proporcional á las existencias subterráneas, sino que debe calificarse de excesivo ó forzado, pues que obedece, no á una explotación racionalmente económica, sino á la desgraciada obligación contraída por nuestra Hacienda pública por el contrato celebrado en 1870 con la casa Rothschild, para garantizar su préstamo de 42,5 millones de pesetas. Pero aun así, el hecho de cumplirse dicha obligación, consistente en entregar anualmente 32.000 frascos, ó 24.000 quintales castellanos de azogue, ofrece una prueba evidente de la riqueza extraordinaria de los criaderos almadenenses, sobre todo cuando se tiene en cuenta que, por el sistema tan defectuoso de destilación de los hornos de Bustamante, se pierde cerca de la mitad del azogue contenido en el mineral, y que, según cálculos aproximados que tenemos á la vista, esos criaderos han producido ya, desde 1512 á 1870, esto es, en los últimos tres siglos y medio, la friolera de dos y medio millones de quintales castellanos de mercurio.

Además de en Almadén, se da el cinabrio en el terreno carbonífero de la provincia de Oviedo (Mieres, etc.), donde, en 1885, se extrajeron más de 7.000 toneladas, en Badajoz (Usagre), asociado á la galena, y con mayor escasez en algunos puntos de las provincias de Teruel, Almería, Granada y varios otros pueblos de la ya citada de Oviedo (Asturias).

Los minerales plomizos abundan en varias de nuestras provincias, especial-

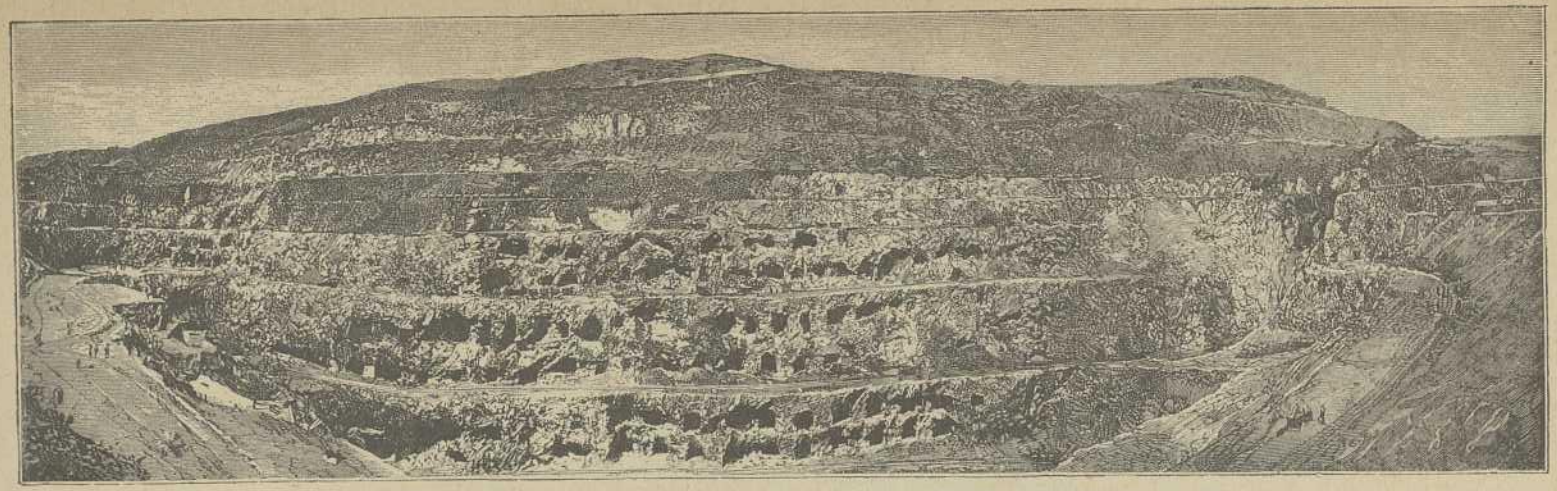
mente en las de Murcia, Almería, Jaén, Badajoz y Ciudad Real. Los murcianos proceden principalmente de la Sierra de Cartagena y del término de Mazarrón; en el primer punto se presentan algunas veces el sulfuro y el carbonato de plomo (acompañados de blenda, calamina y sulfuros ferruginosos, antimoniales, arsenicales, de plata y cobre) en filones, pero generalmente en grandes masas ferruginosas, enclavadas entre capas de esquistos arcillosos, no lejos de arenisca y de poderosos estratos calizos; en Mazarrón, por el contrario, se ofrecen los minerales plomizos en filones regulares que atraviesan las rocas eruptivas de los cerros Negro, de San Cristobal y Perules. En la explotación de los filones y las masas interiores reina, por regla general, el mayor desacierto, y la de las masas superficiales que se verifica al descubierto, tampoco se lleva con el orden y cuidado apetecibles. En Murcia parece que la codicia en materia minera impera sobre lo que aconsejan la prudencia y la economía verdadera, y no es extraño, dada además la gran abundancia de minerales y la facilidad de su arranque, que en 1885 las 557 minas entonces en actividad produjeran 152.453 toneladas de galena y carbonatos de plomo. En años anteriores, cuando el precio de este metal era mucho más elevado, la producción excedía todavía bastante de esa cifra.

La provincia de Almería es también muy notable por sus minerales plomizos, especialmente los argentíferos; pero, por desgracia, se acentúa de año en año una decadencia, debida en parte, como en Murcia y otros distritos, á la depreciación de los plomos, pero más que nada á la imprevisión y apatía de los mineros ante el problema del desagüe, su sistema de explotación tan defectuoso, y la deplorable falta de vías de comunicación. Así es que, mientras que en 1881 se explotaban todavía 243 minas, que produjeron 38.450 toneladas de minerales plomizos, en la estadística de 1885 sólo aparecen 103 en actividad, con una producción de 24.333 toneladas. Figuran en primer término, por su riqueza y abundancia, los filones de galena argentífera de la Sierra Almagrera, que arman en los esquistos arcillosos y micáceos, y se explotaban ya por los romanos; pero hacía mucho que yacían olvidados cuando se volvieron á descubrir en el año 1838 en el célebre barranco Jaroso. Más al Oeste, en el término de Cuevas, se encuentra, en terreno terciario, el ya famoso criadero de Las Herrerías, cuyo descubrimiento data del año 1870, y se caracteriza por su abundancia en plata nativa, que se presenta en caprichosos grupos de pequeños cristales, delgadísimas láminas é hilitos, en medio de una masa ferruginosa muy friable. Otro centro productor de galenas, en la misma provincia, es la Sierra de Gádor, cuyos criaderos constituyen capas irregulares, bolsadas, masas entrelazadas y vetas en medio de la roca caliza. También fueron explotados estos criaderos por los romanos; pero después quedaron poco menos que abandonados, hasta 1822, año que señala el renacimiento de la minería en este distrito.

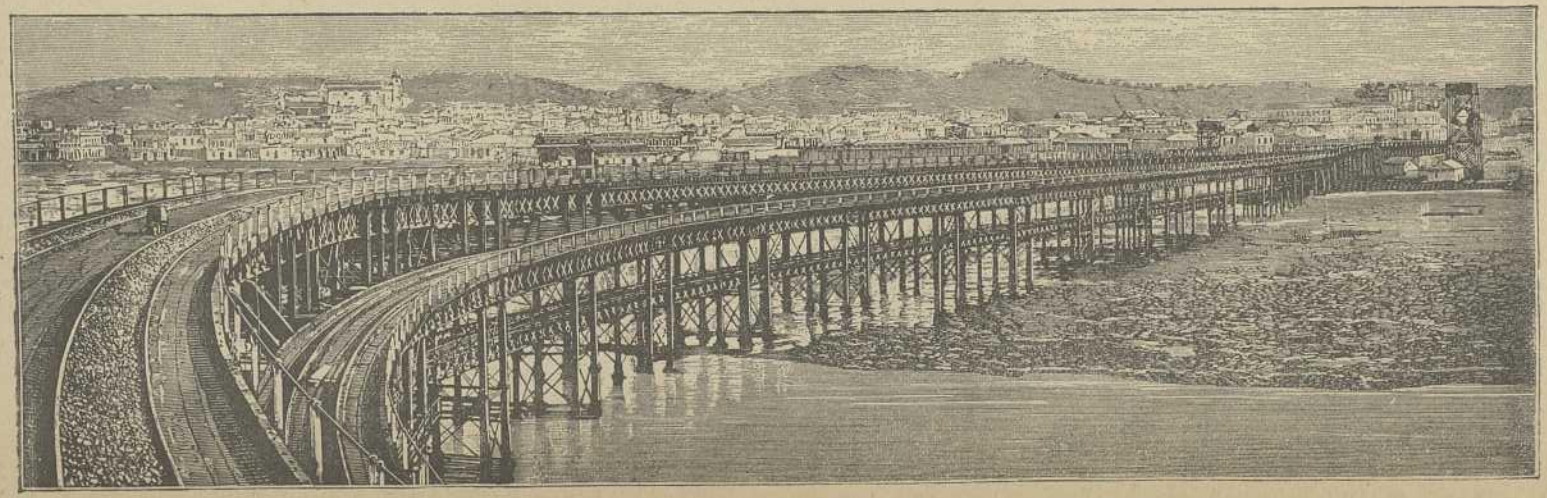
La célebre zona minera de Linares, en la provincia de Jaén, donde la galena

más pura y abundante se presenta en numerosos y á veces potentes filones en medio del granito, ofrece ejemplo de una explotación sistemática, debida á la influencia extranjera. Aunque se conservan noticias sobre registros de minas en este distrito desde mediados del siglo XVI, y las labores antiguas á la cabeza de los criaderos, por encima del nivel natural de las aguas subterráneas, demuestran que en tiempos posteriores alcanzó la explotación un desarrollo relativamente considerable, la minería linarense no tomó verdadero incremento ni dió señal de progreso técnico hasta mediados del siglo presente, cuando algunas Sociedades inglesas comenzaron á invertir cuantiosos capitales bajo la dirección de ingenieros, capataces y mecánicos experimentados. Es verdad que, desde 1749, venía explotando la Hacienda por cuenta propia el poderoso filón de Arrayanes, uno de los más fenomenales que se conocen en Europa, y que hasta el año 1856 había sacado del mismo 4.732.997 quintales castellanos de mineral, sin pasar de la profundidad, relativamente pequeña, de 130 metros; pero tan desdichada fué siempre la administración y tan desacertada la dirección facultativa, que el Estado no obtuvo sino pérdidas considerables en vez de los enormes beneficios que desde luego suponía tan riquísima finca. A pesar de los notables establecimientos mineros ingleses que existían en el distrito de Linares, y de otros nacionales montados más ó menos á la inglesa y con poderosos motores de vapor para la extracción y el desagüe, no poseía la mina de Arrayanes en 1869, cuando se procedió á subastarla en arriendo, maquinaria de ninguna clase, salvo dos raquíticos malacates, y las labores subterráneas se hallaban en estado ruinoso; y si hoy se encuentra en mejores condiciones y provista de poderosas máquinas, débese al actual arrendatario y á las personas inteligentes que secundaron sus esfuerzos. La producción de minerales plomizos en la provincia de Jaén se elevó en 1885 á 81.244 toneladas, de las que corresponde la mayor parte á Linares; pero por grande que parezca esta cifra, indica una decadencia notable, comparada con la de años anteriores, cuando los plomos alcanzaban precios mucho más elevados.

¡La California del cobre! Tal es el nombre aplicado con gran propiedad á una gran zona metalífera, de unos 200 kilómetros de longitud por 50 de ancho, que se extiende desde Aznalcollar y el Castillo de las Guardas, en la provincia de Sevilla, hasta Santo Domingo, en Portugal, abrazando toda la parte central de la provincia de Huelva, al Sur de la Sierra Alta ó de Aracena. Su riqueza mineral consiste principalmente en filones ó masas enormes de pirita ferro-cobriza, que se presentan en medio de esquistos paleozóicos y pórfidos, y que rinden en la actualidad más de dos millones y medio de toneladas de mineral cobrizo al año; además existen numerosos filones de mineral de manganeso, plomo y cinc. Los principales centros mineros de esta importantísima zona son Ríotinto y el Tharsis, en la provincia de Huelva, y Santo Domingo, en el vecino reino portugués, cuyos imponentes criaderos se benefician hoy por tres So-



RIOTINTO.—Perspectiva de la costa ó trabajos á cielo abierto en el criadero del Sur.



HUELVA.--Muelle-embarcadero de la compañía minera de Ríotinto, en el puerto

ciedades inglesas. Nos limitaremos aquí á algunas consideraciones generales acerca del primero, que ha adquirido ya fama universal.

Los depósitos piritosos de Ríotinto, de cuyo seno manan las aguas vitriólicas de que se origina ese nombre, fueron ya objeto de una explotación activa por parte de los romanos, según lo atestiguan extensos socavones, numerosos pozos y lumbreras é inmensos escoriales que forman á veces cerros de 30 metros de altura, amén de las monedas, inscripciones, utensilios y objetos artísticos encontrados y algunas noticias de autores antiguos. Abandonados después de la decadencia del Imperio, yacieron olvidados hasta mediados del siglo XVII, en que parece que se emprendieron en ellos algunas labores de investigación. A principios del siglo XVIII hizo el Gobierno concesión de ellos á un minero sueco llamado Wolters, cuyos herederos continuaron la explotación por él comenzada; pero en el año 1782 volvió la finca al dominio del Estado, y desde entonces, y salvo una larga paralización que sufrieron las labores, de 1810 á 1823, el beneficio siguió por cuenta de éste ó de algún arrendatario, alcanzando á veces la producción de mineral en los últimos tiempos, es decir, por los años 1850 á 1860, la cifra de 5.000 toneladas al mes. Pero el sistema rutinario y costoso de explotación, la falta de medios de transporte y del dinero necesario para introducir las mejoras que requería una explotación económica en grande escala, como la ya iniciada en el criadero del Tharsis por una Sociedad inglesa, motivaron el voto de las Cortes, en 1867, autorizando al Gobierno para enajenar la mina de Ríotinto. La venta se llevó á cabo en 1873, por el precio de 92.800.000 pesetas, á una Compañía inglesa que se formó al efecto con un capital de 3.250.060 libras esterlinas (78 millones de pesetas), que aumentó después con otras 3.370.820 libras (cerca de 81 millones de pesetas), para la construcción del ferrocarril que hoy une la mina con el puerto de Huelva, y la del extenso muelle embarcadero en éste, hermosa obra de hierro de la que reproducimos una vista fotográfica en la lámina adjunta (VI), así como para la ejecución de otros trabajos importantes.

Desde entonces se laborea la mina con actividad febril, concentrándose los trabajos más extensos en el criadero del Sur, que se excava principalmente á cielo abierto, pero también en parte por medio de galerías ó socavones, en la ladera del cerro Colorado, que debe su nombre al tinte rojo subido que le presta la masa enorme de óxidos de hierro que lo coronan. La lámina adjunta ofrece también una vista de estas colosales excavaciones, en muchas de las cuales se emplean perforadoras mecánicas con motores de aire comprimido, y al pie de cuyas inmensas gradas, ó sea en las extensas explanadas formadas á diferentes niveles, como indica el grabado, circulan los trenes de transporte, arrastrados por locomotoras.

De este criadero, que algunos califican de masa, pero que en realidad tiene los caracteres de un filón; del de San Dionisio, que forma su continuación al Oeste, y del filón llamado del Norte, se extraen actualmente cerca de un millón

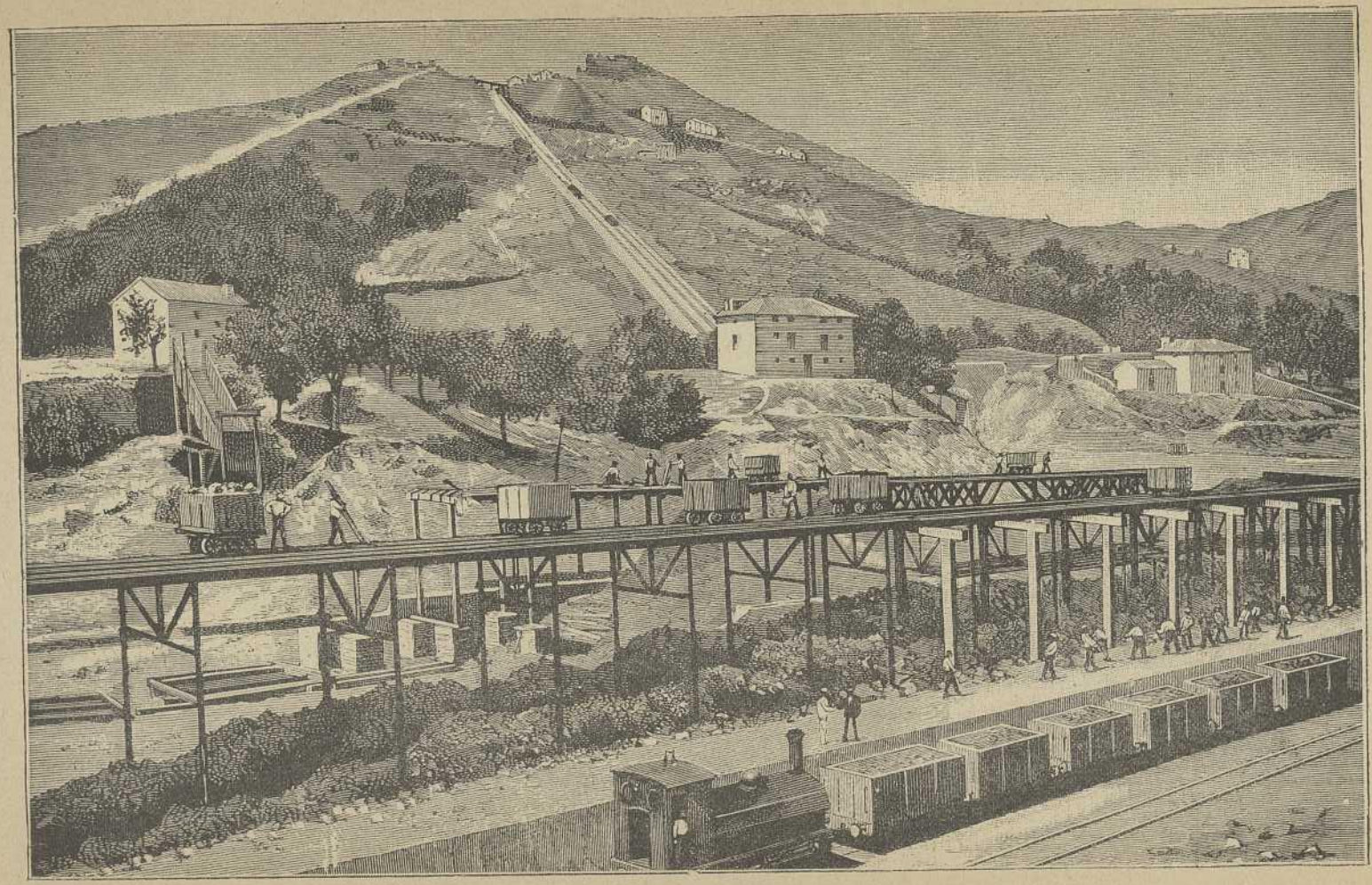
de toneladas de piritas ferro-cobrizas al año, cuyo contenido en cobre varía entre 0,5 y 60 por 100, si bien no resulta, por término medio, más que un 3,5 por 100. Parte de esta enorme cantidad de mineral se beneficia en Ríotinto, obteniéndose cerca de 18.000 toneladas de cobre metálico, á cuya cifra se ha llegado gradualmente, como indica el siguiente cuadro de producción en los últimos doce años:

AÑO	TONELADAS DE COBRE	AÑO	TONELADAS DE COBRE
1876	946	1882	9 470
1877	2.495	1883	12.295
1878	4.184	1884	12.668
1879	7.179	1885	14.593
1880	8.559	1886	15.963
1881	9.466	1887	17.813

Otra parte considerable del mineral se exporta al extranjero, calculándose su contenido en cobre para 1887 en 7.920 toneladas; de modo que la producción total de cobre metálico en dicho año se elevó á más de 25.000 toneladas.

Cuestión palpitante en la actualidad es la de la calcinación al aire libre, en el distrito de Ríotinto, de tan enormes masas de pirita, que da lugar á la volatilización de unas 200.000 toneladas de azufre al año, cuyos gases destruyen la vegetación de la comarca y molestan continuamente á los habitantes. Entraña esto un problema metalúrgico, cuya consideración tiene su lugar apropiado en el tomo siguiente.

Entre los muchísimos y muy poderosos criaderos de hierro que se presentan en nuestro país, ninguno llama tanto la atención en la actualidad, ni es objeto de una explotación tan activa, como el de Somorrostro, ó monte Triano, en la costa Cantábrica, á unos diez kilómetros al Oeste de Portugalete, el puerto de Bilbao. Según el ingeniero de minas Adán de Yarza, se presenta el mineral de hierro en medio de las calizas cretáceas, formando un gran manchón irregular que mide unos 4.400 metros de longitud, variando su anchura entre 150 y 1.000 metros. Separado de este manchón por el barranco de Granada, existe otro, también muy considerable, que probablemente estuvo un tiempo unido al primero, y cuya longitud se puede estimar en 2.000 metros, con una latitud máxima de 750. Dichos minerales de hierro, y, en general, todos los de Vizcaya, se dividen en tres clases, que en el país se conocen con los nombres de *vena*, *campanil* y *rubio;* la vena, que se encuentra á mayor profundidad, es una hematites roja muy oscura, compacto-terrosa, que á veces conserva alguna estructura cristalina, siendo muy pura, y el único mineral que se explotaba mientras el consumo se limitó á las ferrerías del país (forjas catalanas); el campanil es también una hematites roja compacta, pero más cristalina que la vena, y se ofrece acompañada de hermosos cristales de espato calizo, presentándose á un nivel



Minas de Somorrostro (Bilbao): plano inclinado núm. 1 del monte Cadegal

superior á la vena y siendo hoy el mineral más buscado, porque reune, á una gran pureza y una riqueza elevada, un arranque mucho menos costoso que el de la vena; por último, el rubio es una hematites parda, de estructura cavernosa, que constituye la capa superior y los afloramientos del criadero, siendo más pobre é impuro que los anteriores, porque contiene más sílice, y á veces algún azufre, y sus cavidades están llenas de tierra y arcilla. Por término medio contiene la vena el 60 por 100 de hierro metálico, el campanil, 58, y el rubio, 56.

Según un conocido texto de Plinio, las minas de Somorrostro fueron ya objeto de explotación en tiempos muy antiguos, y recordamos una autorización de D. Juan II para trabajarlas, concedida á favor de la casa Salazar. Pero el Gobierno central reivindicó en 1844 sus derechos á los criaderos vizcaínos y se empezaron á hacer registros, buscando la «vena» por medio de galerías inclinadas; desde 1864, y habiendo llamado la atención de los grandes industriales extranjeros la excepcional pureza y abundancia de esos minerales, comenzó la gran campaña de explotación que ha transformado el distrito en centro de una actividad nunca soñada. Varias Sociedades nacionales y extranjeras vienen dando á los trabajos de arranque extraordinario impulso, iniciándose inmensas excavaciones al descubierto, como las de la Orconera, cuya vista fotográfica reproducimos en la fig. 77: construyendo á los efectos del transporte más económico de los productos, atrevidos planos inclinados como los del monte Cadegal (véase la lámina VII), tranvías aéreos y ferrocarriles, y elevando gradualmente la producción de mineral á la enorme cantidad de más de tres millones de toneladas. Lo sensible es que, merced á nuestro atraso industrial, casi todos estos ricos minerales van á parar á Inglaterra, Bélgica, Francia y Alemania, cuyos fabricantes han organizado al efecto servicios especiales de transportes marítimos con vapores construídos á propósito; y no se crea que exageramos, pues de las 3.311.420 toneladas de mineral arrancadas en el año 1885, sólo se consumieron 242.946 en las fábricas siderúrgicas del país.

Pasando al continente americano, nos hallamos con una riqueza enorme en minerales metalíferos, que se manifiesta más especialmente en los países de la costa occidental, desde los 40° de latitud Sur, hasta los 50 de latitud Norte, es decir, en una zona casi continua de unos 12.000 kilómetros de longitud. La codicia de nuestros antepasados está lejos de haber agotado los tesoros que encierran los Andes y Méjico; mientras que California y las montañas Roqueñas son capaces de saciar aún, durante mucho tiempo, la sed de riquezas de los norteamericanos.

La región minera más célebre del Perú es la del Cerro de Pasco (lám. VIII), que se levanta, en la latitud de Lima, en una altillanura de los Andes á 4.352 metros sobre el nivel del mar, y donde se encontraron por el año 1630 los riquísimos criaderos de plata, cuyo producto hasta el año 1878, se evalúa en 535 millones de pesos; pero merced á las desastrosas guerras civiles y la despobla-

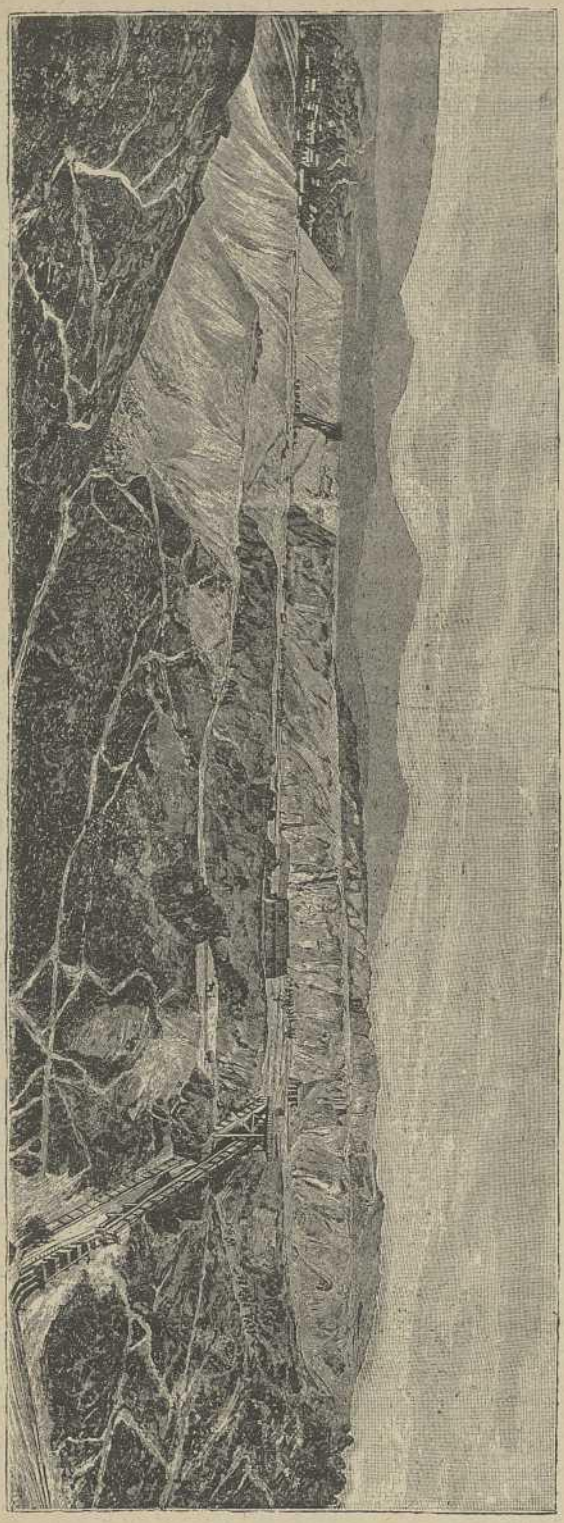


FIG. 77.—Vista de los grandes criaderos de la Orconera (Somorrostro.)

ción consiguiente, la explotación de estas minas dista mucho de ser tan activa como en otros tiempos, reduciéndose en muchos casos á meros trabajos de rebusca en labores antiguas y ruinosas, así como en los inmensos terreros ó escombreras, en los que se encuentra aún bastante mineral aprovechable, que los explotadores primitivos despreciaron en vista de su ley relativamente baja. El beneficio de estos escombros se verifica hoy principalmente por ingleses y alemanes; pero son pocos los europeos que se atreven á arrostrar las penalidades del viaje y, sobre todo, de la vida en aquellas elevadas y desapacibles regiones. El camino desde Lima á Cerro de Pasco tiene que recorrerse á pie, en hombros de algún infeliz indígena ó cabalgando en mulo; y cuando al cabo de mil fatigas se alcanzan aquellas altitudes, iguales á las mayores de nuestros Alpes, el ánimo desfallece en medio de tanta esterilidad, á pesar de lo grandioso del pano-



Altillanura de Cerro de Pasco (Perú).

rama, á la vez que el cuerpo se encoge de frío y la respiración se hace penosa en virtud del enrarecimiento tan grande del aire. A esta causa se debe una enfermedad especial llamada *soroche*, que todo europeo sufre al principio, y que los indígenas atribuyen á las emanaciones de los criaderos de antimonio; y no contribuyen, por cierto, á la animación del extranjero los miserables recursos de la ciudad del Cerro, cuyos 6.500 habitantes son mineros en su mayor parte, y que es un foco de juego, depravación y carestía.

No ofrece mayores atractivos la ciudad de Huancavelica, fundada en 1572 á una altura de 3.600 metros sobre el mar, y que no cuenta más de 4.000 almas, á pesar de las minas de azogue que la hicieron célebre y de los numerosos criaderos de oro, plata, cobre, plomo, etc., que se explotan en la provincia de su nombre, especialmente en Sillacasa, Lucasias, Huancajaya y Saceta Rosa. Por lo demás, nunca alcanzó la minería en el Perú, lo mismo que en todas las repúblicas de la América Meridional, los honores de un verdadero arte, pues siempre se ha llevado, como se lleva hoy, de la manera más primitiva y ruin, sin medios mecánicos, ó con los más toscos que imaginarse pueden. Las excavaciones se han hecho en todos tiempos sin orden alguno, resultando labores subterráneas irregulares, mal ventiladas y en muchos casos ruinosas, y el transporte subterráneo y la extracción se verifican penosamente por infelices paseantes, cuyas espaldas se doblan bajo el peso de grandes sacos cargados de mineral (fig. 78). Júzguese, pues, de la riqueza de tales criaderos, cuando con tan escasos medios y la carencia completa de sistema, la producción en plata del Perú hasta el año 1808, es decir, durante dos siglos, ha sido evaluada por Humboldt en 872.638.900 pesos, ó sea más de 4 363 millones de pesetas, omisión hecha del metal de contrabando. En los años de 1851 á 1875 produjeron dichas minas 1.790.000 kilogramos de plata y 9.350 de oro.

Bolivia no es menos rico en metales que el Perú, y ya saben nuestros lectores la acepción figurada que en español damos al nombre «Potosí.» Los criaderos de plata de esta región fueron descubiertos casualmente, según se refiere, por un pobre cazador indígena, que, al arrancar un arbusto halló entre sus raíces un trozo de plata nativa; aprovechó al principio su buena suerte como mejor pudo, pero su bienestar creciente excitó pronto la envidia de sus vecinos, viéndose, por último, obligado á revelar su secreto á los españoles, que tomaron posesión de la mina en 1545. El cerro de Potosí, donde tuvo lugar tamaño descubrimiento, se eleva en medio de la cordillera á una altitud de 4.688 metros sobre el mar, y unos mil sobre la altillanura circundante, y constituye un inmenso cono de 12 kilómetros de circunferencia, formado por un pórfido cuarzoso, envuelto hasta la mitad de su altura por capas de esquisto arcilloso, cuya masa está atravesada por numerosos filones y venas, ricos en minerales argentíferos, plata nativa, roja, córnea, etc. En corto tiempo se fundó al pie del cerro y fué creciendo la ciudad de Potosí, dando albergue á más de 10.000 españoles, ávi-

dos de riquezas, que obligaban á 60.000 indígenas á trabajar las minas; en 1611 contaba la población 150.000 habitantes, que hoy se reducen á 11.000. El cerro se halla acribillado de pozos y socavones irregulares, hundidos en parte, y en parte aprovechados para la explotación actual, tan primitiva, aunque mucho



FIG. 78.—«Paseante de tierras» en las minas del Perú.

menos activa, que la antigua. Segun Humboldt, estas minas produjeron plata desde 1545 á 1808, por valor de 5.520 millones de pesetas; cifra enorme á que hay que agregar la plata que en todos tiempos se robaba ó sustraía al registro, y que seguramente importaría otro tanto. Según un documento oficial, el tributo de la quinta con que estaba gravada la producción de plata, representó, desde 1556 á 1719, un ingreso en las arcas del Tesoro de 651.160.123 pesos. Actualmente las minas de Potosí producen plata por valor de unos cuatro millones

de pesetas al año, ó sea la tercera parte próximamente de la producción total del país, que se eleva á 10 ó 15 millones; el resto procede de las minas de Porco, Aullagas, Portugalete, Chorolque, Oruro, Poopo, Antequera, Carguaycollo, Caracoles, etc., algunas de las cuales están explotadas por ingleses y alemanes.

La mayoría de los ríos bolivianos arrastran oro, y en muchas partes se encuentran placeres aprovechables; el depósito más rico se halla en la provincia de la Paz, á orillas del río Chuquiagallo, donde en tiempo de nuestra dominación se encontró una pepita que pesó 45 libras; otros placeres importantes son los del río Tipuani. En Corocoro y Chacarilla se explotan con creciente actividad unos estratos de arenisca que contienen cobre nativo en forma de granos ó pepitas, láminas, hilos, etc; la piedra se reduce á polvo ó arena, de la que se separa el metal mediante un lavado tosco, produciendo anualmente de 70 á 90.000 quintales. Bolivia posee además ricos criaderos de estaño y plomo, de los que sólo los primeros han sido hasta aquí objeto de explotación en reducida escala.

El único metal que se beneficiaba en Chile, durante la dominación española, era el oro, del que se extrae hoy muy poco, desplegándose en cambio la actividad minera en la explotación de muchas minas de cobre y algunas de plata. La industria cobriza se halla más desarrollada en las provincias de Coquimbo y Atacama (Copiapó), donde se descubren cada año nuevos criaderos. En 1874 se exportaron de Chile 46.978.466 kilogramos de cobre fino. Todas las minas de plata se encuentran en una estrecha zona, al pie y en la vertiente occidental de los Andes, desde los 26,5 á 34° de latitud Sur; su explotación es limitada en razón á la carestía de los alimentos y el elevado precio de los jornales, de modo que en 1874 se redujo la producción á 79.451 kilogramos de plata fina.

Méjico ha sido y es aún uno de los países más productivos en metales preciosos, pues se calcula que desde la conquista hasta el año 1826, el valor del oro y la plata extraídos llegó á 2.368.952.000 pesos, suma que hasta 1870 se elevaba á 4.200.000.000, ó sean veintiún mil millones de pesetas. Los criaderos más abundantes se encuentran en la altillanura de Anahuac y distritos de Guanajuato, Zacatecas y Catorce, conteniendo además de oro y plata nativos, las platas negra y roja, estefanita, cobre gris, galena y blenda, diseminados en su masa que, por término medio, no da más que tres ó cuatro onzas de plata por quintal, es decir, menos que nuestros mejores plomos argentíferos de Almería; el rendimiento tan extraordinario de dichos criaderos se debe, pues, á las enormes cantidades de mineral más bien que á la riqueza intrínseca de éste. En la vertiente meridional de la sierra de Santa Rosa se presenta uno de los filones más poderosos que existen, la célebre Veta Madre de Guanajuato, que se extiende en una longitud de 12 kilómetros con una anchura media de 35 á 40 metros. Entre las muchas minas que se han abierto en este criadero fenomenal, mencionaremos la llamada Valenciana, situada en un punto donde el filón alcanza la

potencia enorme de 150 metros, y que durante un período de cuarenta años dió á sus propietarios una renta líquida de dos á tres millones de pesetas anuales. El principal de ellos era un español llamado Obregón, que inició las labores en 1760 con capital prestado, y estuvo á punto de abandonarlas á la profundidad de 70 metros, cuando en 1771 se le presentó la riqueza en forma de grandes masas de plata negra. Desde entonces hasta 1804, cuando Humboldt abandonó á Méjico, nunca había producido la Valenciana menos de dos y medio millones de pesos de plata anuales, y hubo año en que las ganancias líquidas importaron cinco y medio millones de pesetas.

Después de los criaderos de Guanajuato los más ricos son los de Zacatecas, algunos de los cuales se descubrieron en 1548, y que, desde 1610, á cuyo año remontan las noticias, hasta 1810, produjeron plata por valor de 670 millones de pesos lo menos; desde 1826 han sido beneficiados en parte por una Sociedad inglesa. Antes de 1770 era un desierto el distrito de Álamos de Catorce, en la provincia de San Luis de Potosí; pero poco despues se descubrieron casualmente ricos minerales argentíferos, explotándose con gran ventaja el filón llamado Veta Madre de Catorce. Como los malacates con los cuales se desaguaban las labores por medio de sacos de cuero no surtían efecto, se encargó á Inglaterra, en 1822, una máquina de vapor y bombas, que fué el primer motor del género que vieron los mejicanos; desde entonces se han establecido en el país varias Sociedades mineras inglesas que han introducido en él los adelantos europeos. En cuanto á las antiguas minas de Tasco y Pachuca, al Norte de la ciudad de Méjico, y que tanto producían en los años siguientes á la conquista, yacen hoy poco menos que abandonadas; y es que actualmente, y salvo nuevos descubrimientos, las riquezas tienen que buscarse en profundidad á fuerza de capitales y labores bien dispuestas, y rara vez se repiten casos como el del cura Flores que, hace cosa de un siglo, se dedicó á laborear una pequeña mina que llamó «La Bolsa de Dios Padre,» y que en tres ó cuatro años le hizo archimillonario.

No menos portentosa que la riqueza mineral de los países de la América española, es la de los Estados Unidos, cuyo aprovechamiento, sin embargo, data de una fecha relativamente reciente. Hace cuarenta años no se sospechaba la existencia de los inmensos depósitos auríferos de California, que fueron descubiertos en 1848 por un colono suizo, llamado Sutter, al abrir una acequia para conducir agua á su molino, y en cuya explotación se han invertido ya muchos millones de duros, especialmente para la construcción de los canales necesarios, que tienen una extensión de más de 10 000 kilómetros. Los filones de cuarzo aurífero constituyen, en la vertiente occidental de la Sierra Nevada, una zona que atraviesa casi toda la California de Norte á Sur, y tiene, en algunas partes, un ancho de 30 kilómetros; el filón más poderoso es el llamado «Mother lode» (veta madre) que se extiende en una longitud de 112 kilómetros, armando, como sus congéneres, entre el granito y los esquistos metamórficos. Pero ade-

más de esta zona, todos los terrenos de acarreo de la comarca, en una extensión de unos 50.000 kilómetros cuadrados, constituyen inmensos placeres auríferos, que se explotan en grande escala por un procedimiento hidráulico que describiremos en el tomo IV de esta obra. Desde 1848 á 1881 el valor del oro extraído de esta región importó más de 5.000 millones de pesetas, y la producción anual se eleva hoy á cien millones, pasando de 30.000 los operarios empleados en las labores. Después del oro, el azogue es el que constituye el producto principal de la minería de California; el distrito de Santa Clara (Nueva Almadén) produce anualmente 11.000 frascos (á 76 libras), el de Fresno (Nueva Idria) 6.000, y el de Napa, 7.000. La célebre mina llamada Nueva Almadén rindió en 1864 nada menos que 43.000 frascos, habiendo producido 600.000, ó sean 22 millones de kilogramos de azogue, de 1857 á 1881. La California tiene además importantes criaderos de plata, cobre, níquel y platino, cuya explotación se halla todavía en mantillas; sólo en 1881 se extrajo plata por valor de 4.350.000 pesetas.

El célebre filón de Comstock, en el Estado de Nevada, y descubierto el año 1858, se extiende en la vertiente oriental de Sierra Nevada, en una longitud de cuatro kilómetros, variando su ancho á la superficie entre 150 y 190 metros, y estrechándose, á medida que se profundiza, hasta 30 metros ó menos; arma en medio de rocas eruptivas relativamente recientes, y contiene estefanita, plata negra, plata nativa, plata roja, plata córnea, oro nativo, galena, piritas, etc. Durante los cinco años de 1862 á 1866 se extrajeron de él millón y medio de toneladas de mineral, que dieron plata y oro por valor de 320 millones de pesetas. Otras minas célebres del mismo territorio son la Esmeralda, la de Humboldt, de Peavine y Reese-river, que explotan criaderos análogos al Comstock, aunque menos potentes. En 1880 se elevó la producción total del Estado de Nevada á 20.441.710 pesetas en oro, y 62.153.335 en plata.

Otro distrito importante es el de Negory, en el Estado de Colorado, que abraza una extensión de unos 7.500 kilómetros cuadrados de terrenos auríferos y argentíferos, de los que se extrajeron, en 1880, oro por valor de 170 millones de pesetas, y plata por 75 millones. El territorio de Montaña, en la parte septentrional de las Montañas Roqueñas, produce también cantidades respetables de esos metales, y además puede rivalizar con nuestra provincia de Huelva por su riqueza en minerales cobrizos; la mina de Anaconda produce ya anualmente de 30.000 á 32.000 toneladas de cobre fino, y se afirma que podría elevarse sin dificultad esta enorme producción á 60.000 toneladas anuales. Y ya que de cobre hablamos, debemos recordar el célebre distrito del Lago Superior, correspondiente al Estado de Michigán, donde se presenta el cobre nativo en gran cantidad, ora en filones, ora en los huecos de la roca (melafido). Los pobladores prehistóricos de dicha región extraían ya este metal, con el que construían armas y utensilios toscos; á lo que parece, también se explotaron en el siglo XVII los criaderos de Keweenaw; pero su aprovechamiento en grande

escala data del año 1845, elevándose la producción actual á más de 10.000 toneladas de cobre fino al año. En las minas del Lago Superior se han descubierto trozos ó bloques de cobre nativo verdaderamente fenomenales; en 1857, por ejemplo, se extrajo uno que tenía 13,5 metros de largo por 6,5 de ancho máximo, y 2,4 de grueso uniforme, con más del 90 por 100 de cobre puro y peso de 420 toneladas; en 1869 se halló una masa más considerable aún, pues tenía 19.5 metros por 9,6 y 1,2, pesaba unas mil toneladas, y valía cerca de dos millones de pesetas. Abunda además el cobre, el plomo y el cinc en otros varios Estados de la Unión, y no es menos importante para un pueblo tan activo y laborioso la inmensa riqueza que representan los grandes depósitos de mineral de hierro que se explotan en su vasto territorio, y cuya producción pasaba en 1882 de nueve millones de toneladas.

Poco después del descubrimiento de los criaderos auríferos de California, es decir, por el año 1851, se activaron las investigaciones en Australia, alcanzando los primeros ensayos, en la colonia de Victoria, un éxito sorprendente, no tardando en encontrarse en otras partes de ese continente criaderos auríferos casi tan importantes como los norteamericanos, particularmente en Queensland y la Nueva Gales del Sur. Estos aluviones auríferos de Australia se han distinguido siempre de los demás conocidos, por el extraordinario tamaño de muchas de las pepitas de metal puro que encierran, habiéndose encontrado una de 50,41 kilogramos y otra de 68,26 (un kilogramo de oro vale 3.472 pesetas). La producción de Victoria, donde se hallaron los criaderos más ricos, aumentó rápidamente hasta el año 1856, en que se elevó casi á 12 millones de libras esterlinas (288 millones de pesetas); pero desde entonces ha ido en descenso gradual, reduciéndose en 1882 á 3,4 millones de libras esterlinas. De Nueva Zelanda se ha extraído también mucho oro, mientras que Tasmanía se ha mostrado relativamente pobre. En tiempos recientes se han hecho importantes descubrimientos de aluviones auríferos en el Mediodía de África, ó sea en el territorio del Transvaal, y en el de Batonga, al Sur del río Zambesi.



LOS COMBUSTIBLES FÓSILES

El mundo orgánico.—Muerte de los vegetales y formación de los combustibles fósiles: turba, lignito, hulla, antracita.—Los terrenos carboníferos.—Explotación de los carbones fósiles; modos especiales de laboreo de minas.—Incendios.—Estadística.—Petróleo, asfalto y sustancias análogas; su existencia y explotación en América, Rusia, Galitzia y Alemania.

TURBA, LIGNITO, HULLA, ANTRACITA

Las múltiples y variadísimas formas de la vida orgánica son producto de las más diversas combinaciones de un número muy corto de sustancias elementales. Mientras que en el reino inorgánico se combinan más de sesenta elementos distintos para producir un número relativamente pequeño de minerales que siempre se nos presentan con las mismas formas y propiedades, bajo todos los climas, á las mayores altitudes sobre el mar, así como en las mayores profundidades alcanzadas en la tierra, las plantas en su inmensa variedad, y los animales, cuyo número es casi ilimitado, se componen de poco más de cuatro elementos, á saber: carbono, hidrógeno, oxígeno y ázoe. En las frutas de las palmeras tropicales, lo mismo que en las delicadas hebrillas de los mus-

gos que se esconden bajo las nieves polares, encontramos esos mismos elementos, que constituyen también los órganos más finos y complicados del cuerpo humano, y las partes de los organismos inferiores que llamamos gusanos y moluscos.

Así como en el calidoscopio los mismos pocos pedacitos de vidrio producen una serie infinita de encantadoras figuras, sin más que el agente, nada misterioso, de la reflexión de unos espejitos, de análogo modo la vida, con sus diversas é innumerables formas, es producto de algunos pocos elementos, resultado de la cooperación de factores cuyo proceso, en verdad, no nos es dado seguir con los medios de investigación que poseemos, y del cual, por consiguiente, no podemos formar hoy por hoy verdadero concepto.

En las obras de la naturaleza aparece en cierto modo el carbono como la materia fundamental. Se encuentra en todas partes, hasta en las combinaciones orgánicas que sólo contienen dos ó tres de los elementos antes nombrados. Mientras el oxígeno, el hidrógeno y el ázoe son gasiformes, el carbono constituye el esqueleto sólido y permanece en parte como tal hasta el último momento, cuando los cuerpos muertos se descomponen en virtud de la fermentación, la putrefacción ó de otros modos análogos. El carbono es de la mayor importancia para nosotros, por ser fuente inagotable de luz y de calor. Cabe decir que los vegetales almacenan durante su crecimiento los rayos luminosos y caloríficos del sol; pues por la acción de éstos el ácido carbónico que contiene la atmósfera, se convierte de nuevo en el producto carbonoso que por su combustión, es decir, por su transformación repetida en ácido carbónico, es capaz de devolvernos exactamente la misma cantidad de luz y calor que emplearon los rayos solares en producirlo.

Del mismo modo son los alimentos materias combustibles; los pulmones constituyen el horno en que se quema ú oxida la sangre, que vuelve á saturarse de sustancias ricas en carbono procedentes de dichos alimentos; por el conducto respiratorio, como por las chimeneas de nuestras fábricas industriales, se escapa el ácido carbónico, esparciéndose en la atmósfera, para ser nuevamente descompuesto merced á la actividad de los vegetales. Por esto las plantas y los animales se encuentran en una dependencia recíproca constante: los animales se asfixiarían si de los gases por ellos espirados no separasen las plantas de nuevo el oxígeno, el elemento de vida; á su vez las plantas prosperarían poco si los animales no les proporcionasen el ácido carbónico, como fuente del carbono que necesitan para su desarrollo.

De las plantas vivientes podemos separar el carbono en forma de carbón, como lo prueban diariamente en las selvas los carboneros; pero también por análogo modo, la naturaleza ha producido carbono casi puro. Todos los combustibles fósiles—turba, lignito, hulla, antracita, asfalto, nafta, petróleo, etc.,—no son otra cosa que restos de materias orgánicas, correspondientes á tiempos muy



Paisaje ideal del período carbonífero.

remotos, que fueron sepultados más ó menos profundamente en la tierra, bajo sedimentos posteriores.

La formación y desarrollo de los carbones fósiles se puede estudiar en las selvas vírgenes, los marjales ó pantanos, y en las altas regiones de montes poblados de árboles. Al considerar una capa de lignito ó hulla, su extensión, por lo general considerable, y su estructura homogénea, demuestran claramente que no pudo haberse formado por el mero acarreo de árboles derribados, pues sus troncos y raíces suponen huecos ó espacios que se hubieran rellenado al mismo tiempo con una cantidad considerable de légamos y arenas, interrumpiendo la continuidad de la capa carbonosa. Semejantes acumulaciones de leña se presentan en muchos ríos, lagos y deltas, y se observan en todas las formaciones sedimentarias, hallándose los troncos y raíces aislados, convertidos en masas bituminosas, ó bien completamente petrificados, es decir, reemplazados sus componentes orgánicos por la sílice. Tales restos nos hablan de selvas destruídas; pero las capas de carbón fósil suponen una formación lenta y continua, parecida á la que se inicia en marjales y turberas.

La *turba* se forma continuamente por la descomposición parcial de musgos, líquenes, brezos y hierbas; en los marjales turbosos, donde prosperan los licopodios, helechos y arbustos leñosos mayores, constituyen éstos también componentes, aunque secundarios, de las capas de turba, producto que resulta más puro y homogéneo allí donde las aguas pantanosas se cubren totalmente de ciertas especies de musgo (*Sphagnum*, etc.), cual sucede en el lago de Neusiedler, en Hungría, y en las llanuras de Holanda, Hannover, el Holstein, Prusia, Curlandia, Livlandia, el Norte de Rusia, Siberia y América. Una vez que la cubierta flotante de musgo ha adquirido un espesor de unos dos metros, pueden sostener esos pantanos turbosos una vegetación arbórea de sauces, abedules y abetos, cuyas raíces se entrelazan en la masa musgosa de tal suerte, que ésta es capaz de resistir, sin ceder, el peso de hombres y animales. Los árboles acaban por formar una selva; algunos mueren ó son tronchados por las tempestades, cayendo al suelo, donde forman capas leñosas semidescompuestas, que van cubriéndose de musgo. Mientras que de esta manera la superficie del pantano sigue creciendo y renovándose, merced al ácido carbónico de la atmósfera, en la parte inferior de la masa flotante se van desprendiendo trozos muertos, que bajan hasta el fondo y forman con el agua un líquido espeso, rico en resina y tanino, cuyas sustancias retardan grandemente la descomposición. A medida que crece la cubierta vegetal y aumenta su peso, se escapa el agua sobrante en virtud de la presión, y acaba por formarse una capa sólida de turba.

Los musgos, los coníferos resinosos, los brezos ricos en tanino, etc., son las plantas más á proposito para la formación de la turba, por lo cual se desarrolla este producto en países septentrionales y en las regiones elevadas y frías de las montañas, mucho mejor que en el Mediodía y en llanuras cálidas, donde además

el clima favorece demasiado la fermentación y la putrefacción. En las regiones antes referidas, y en otras muchas donde concurren condiciones adecuadas, se forman, con el tiempo, capas turbosas muy extensas y gruesas (fig. 79); y si, por cualquier evento, una capa semejante llega á quedar sepultada bajo légamos ó arenas, como con frecuencia ha sucedido, se convierte naturalmente en un depósito de lignito, en el que los lechos de estructura más fina y homogénea laternan con otros compuestos en parte de madera bituminosa.



FIG. 79.—Turberas cerca de Bremen (Alemania).

Lo dicho hasta aquí se refiere á las llamadas turberas bajas ó profundas, que se forman en depresiones del terreno llenas de agua, pues la formación de las superficiales, ó *altas*, tiene lugar de distinto modo. En sitios húmedos de selvas sombrías, puede adquirir tales proporciones el crecimiento de una cubierta de musgo, que acabe por destruir el arbolado, constituyendo con el tiempo verdaderos cerros esponjosos de corta elevación, los cuales, merced á su condición tan higroscópica, ó sea á la facilidad con que absorben y retienen la humedad, forman muchas veces masas semilíquidas ó pastosas, que logra contener su cubierta, más ó menos espesa, y parecida al fieltro. A veces se abre, ó, mejor dicho, revienta semejante cerro esponjoso, y su líquido legamoso se esparce sobre la comarca vecina, rellenando las depresiones y destruyendo toda la vegetación, cual si fuera una corriente de lava. En Irlanda, Escocia y Rusia adquiere

á veces este fenómeno proporciones temibles, dando lugar á grandes destrozos; así, por ejemplo, en el condado de Antrim (Irlanda) llegó á reventar en 17 de Septiembre de 1835 un marjal semejante, cubriendo su masa corrompida, al cabo de cuatro semanas, una superficie de dos kilómetros de longitud por cien metros de ancho, con una capa de cerca de diez metros de espesor; y lo propio suele acontecer en el Holstein y en Hungría. Es posible también que la *moia* de las cordilleras suramericanas, que se emplea como combustible, tenga un origen análogo, sin relacionarse con fenómenos volcánicos. Cuando los animales pesados, como vacas, cerdos, etc., se aventuran sobre la cubierta esponjosa de un marjal turboso, corren el riesgo de sumergirse y perecer; por esto suelen encontrarse en las antiguas turberas irlandesas, alemanas y rusas, esqueletos de animales prehistóricos, incluso el mamut, y á veces muy bien conservados, merced al tanino contenido en la masa de turba.

Muchos de los depósitos conocidos de *lignito* deben su origen, al parecer, á las turberas de uno y otro género, es decir, que en dicho combustible ha sufrido, con el tiempo, mayor descomposición la masa que antes constituía una turba, resultando más rica en carbono y más pobre en hidrógeno y oxígeno. Por esto el lignito ocupa un lugar intermedio entre la turba y la *hulla*, de las que la última acaba, á su vez, por transformarse en antracita por la pérdida de más hidrógeno y oxígeno. En la provincia rusa de Tula se encuentran depósitos de combustibles fósiles, correspondientes, al parecer, á un período geológico anterior aún al carbonífero propiamente dicho, y que se compone, en parte de turba, en parte de lignito, y en parte de hulla; y el estudio de los restos de plantas que contribuyeron á formación tan interesante, demuestra que, en este caso al menos, la hulla es producto de la descomposición lenta y gradual de verdaderas capas de turba.

Los depósitos de lignito, lo mismo que los de turba, suelen contener en sus partes más profundas raíces y trozos de troncos de árboles, en cuyo caso proceden de turberas altas; cuando los troncos, á veces muy aplastados, se encuentran en las partes superiores del depósito, éste fué primitivamente una turbera profunda. Mas no debe suponerse que todos los lignitos ó las hullas pasaran en su origen por la fase turbosa; al contrario, se conocen muchas capas de lignito compuestas en todo su espesor de plantas leñosas, y que presentan de arriba abajo restos de gruesos troncos. Tales son, por ejemplo, los lignitos del Lausitz de Sajonia, y muchos en los distritos vecinos de Bohemia; en ellos procedió la descomposición de la sustancia orgánica de un modo análogo que en las turberas, probablemente con la cooperación del agua, el calor y la presión, aunque no en los mismos sitios donde crecieron las plantas correspondientes; pues parece que en muchos de los casos de que hablamos, fueron arrancadas las plantas de comarcas extensas por inundaciones, y amontonadas en cuencas relativamente pequeñas, donde tuvo lugar su transformación en lignito.

Hablando en general, los depósitos de lignito tienen relativamente poca extensión; es verdad que presentan con frecuencia un espesor considerable, que varía grandemente dentro de pequeñas distancias, y suelen cortarse de un modo brusco y no disminuir gradualmente hacia sus bordes. En el Wetterau (llanuras de Hessen, Alemania), se extienden los depósitos de lignito en una superficie de más de 220 kilómetros cuadrados, en varias cuencas pequeñas, aisladas, pero próximas una de otra. El depósito de Dorheim, casi agotado ya, y cuya explotación toca á su término, se ha podido estudiar en toda su extensión, y muestra claramente lo que acabamos de decir. Su longitud alcanza 690 metros, variando su ancho entre 80 y 120, y sus límites ó bordes presentan contornos muy irregulares; en ellos tiene el lignito 25 metros de espesor, mientras que en su parte media varía la potencia de la capa entre seis y diez metros solamente. La capa de arcilla que cubre el lignito tiene un espesor de 15 á 30 metros, y encierra en algunos puntos conchas de agua dulce, evidenciando que, después de la formación del lignito, estuvo la comarca bañada por un río. En otro punto del Wetterau, cerca de Dornassenheim y Weckesheim, se presentan tres capas de lignito sobrepuestas y separadas por capas de arcilla, de lo que se deduce que las acumulaciones de masas vegetales fueron sepultadas repetidamente bajo légamos arcillosos. Estas y parecidas condiciones se repiten con frecuencia.

Los lignitos encierran á veces restos de peces y moluscos, animales que vivieron en las aguas que depositaron sobre el combustible los estratos suprayacentes; en otros casos contienen huesos de especies de mamíferos ya desaparecidas, y que habitaron, sin duda, las selvas de cuya descomposición resultó el lignito. Las hojas y los frutos petrificados se presentan generalmente con bastante frecuencia, perteneciendo en su mayor parte á especies de plantas desaparecidas hace tiempo, y ofrecen los datos más seguros para la apreciación de la edad geológica de la formación. En todas partes donde se encuentran carbones fósiles hallamos en forma de impresiones ó petrefactos, más ó menos abundantes, esas formas vegetales á las que dichos depósitos deben su origen; y cuanto más antigua es la formación, tanto más difieren las plantas y los animales correspondientes de los organismos que en la actualidad viven en la superficie.

En muchos de los depósitos de lignito más antiguos de Alemania y otros países septentrionales, se componen las capas más profundas de restos del arce, canelo silvestre y árboles análogos, así como de helechos y otras plantas que sólo se encuentran hoy en regiones tropicales. Los lignitos propiamente dichos corresponden, en su mayor parte, á la era geológica llamada terciaria, que se distingue de las eras anteriores por la mayor abundancia y variedad de sus formas vegetales y animales, y se relaciona, hasta cierto punto, con nuestros tiempos, por cuanto en ella aparecieron especies orgánicas que viven todavía. Las formaciones geológicas que tienen mayor antigüedad que las terciarias, como las cretáceas y jurásicas, ostentan sólo especies de plantas y animales que ya no se

conocen; y si ascendemos todavía más en la serie geológica, los restos vegetales del período carbonífero nos demuestran que las condiciones climatológicas eran entonces muy distintas de las actuales, tanto que el calor y la humedad muy superiores, unidos á una riqueza en ácido carbónico atmosférico mucho mayor, daban lugar al desarrollo de una vegetación cuyas formas nos son completamente extrañas, y con una exuberancia de la que nuestras selvas vírgenes de los trópicos sólo ofrecen palido reflejo. Si se convirtieran en hulla nuestras selvas más espesas y exuberantes, sólo resultaría una capa de unos doce milímetros de grueso y se necesitarían 500 generaciones, cuyo crecimiento supone unos cincuenta mil años, para producir una capa de hulla de seis metros; por consiguiente, para que nuestras selvas formaran con sus árboles peculiares centenares de capas de hulla sobrepuestas, habrían de transcurrir períodos de muchos millones de años. Mas no podemos aplicar á las selvas del período carbonífero la medida de crecimiento de las actuales, pues el desarrollo de las sigilarias, calamitas y helechos de entonces debió realizarse mucho más rápidamente que el de nuestros árboles, merced al clima tan cálido y húmedo de las bajas islas del océano primordial.

Aunque, como ya hemos dicho, puede transformarse la turba en lignito, y éste á su vez en hulla, sería erróneo concluir que toda hulla proceda necesariamente de un lignito, ó que la fase de carbonización por que han pasado las hullas corresponda enteramente á la de lo que hoy llamamos lignito. Es este combustible producto de un período geológico especial que se formó con plantas y bajo condiciones propias de la época. Algunos lignitos han sufrido una descomposición tal, que son asemejables por sus propiedades á la hulla, de la que á primera vista no pueden diferenciarse; pero no por esto son hullas en la acepción estricta de la palabra, pues éstas corresponden por su origen á un período geológico muy anterior, y se han formado con plantas enteramente distintas. Por más que el proceso químico de la formación de la hulla haya sido esencialmente idéntico al de la turba y el lignito, debió verificarse con mucha más rapidez y ofrecer un carácter especial, inherente á la materia particular cuya transformación obrara. El profesor Goeppert, de Breslau, á quien debemos una serie de investigaciones profundas y luminosas sobre este asunto, ha demostrado que si bien los helechos neurópteros, odontópteros, lepidópteros, etc., abundaron en el período carbonífero, fueron ante todo los árboles llamados sigilarias, y luego las coníferas (walquias, araucarias y calamitas), y equisetáceas enormes, los que constituyeron la masa principal de las hullas. Las figuras 80 á 85 reproducen las impresiones fósiles de algunas plantas características de las formaciones hulleras, y la lámina IX ofrece una vista ideal de una selva del período carbonífero, dibujada con arreglo á los datos más precisos proporcionados por la investigación de los restos carbonizados de su exuberante flora. Dichos restos, primorosamente conservados, se encuentran con mucha frecuencia en las capas de arci-

lla depositadas sobre las de hulla, y cuyo material, un día tan blando y plástico, era muy á propósito para recibir y conservar las impresiones más delicadas.

Aun dentro de una misma formación, ó sea correspondiendo á un mismo período geológico, suelen presentar las hullas caracteres bastante diversos. Así como en terrenos relativamente recientes, es decir, que no pertenecen al sistema carbonífero propiamente dicho, se han formado carbones fósiles que, en virtud de una presión y una temperatura elevadas, amén de otros factores, parecen en un todo idénticos á los de dicho sistema, del mismo modo variaron las condiciones de la carbonización en diferentes puntos de la tierra, aun dentro del período carbonífero, de manera que en algunas localidades se encuentran antiguos depósitos de combustible que tienen tanto parentesco con los lignitos como con las hullas. Pero, hablando en general, podemos admitir que el proceso de descomposición que dió lugar á la formación de carbones fósiles consistió y consiste todavía esencialmente en la formación de carbono cada vez más puro, por la eliminación de materias extrañas. Según el grado de adelanto que alcance dicho proceso, y según que hayan ó no cooperado con él otros factores, resultan los carbones más ó menos diferentes; entre la turba, tal como se forma hoy, y la antracita, que es carbono casi puro, tenemos, no sólo el lignito y la hulla propiamente dichos, sino un número considerable de especies ó variedades de uno y otra.

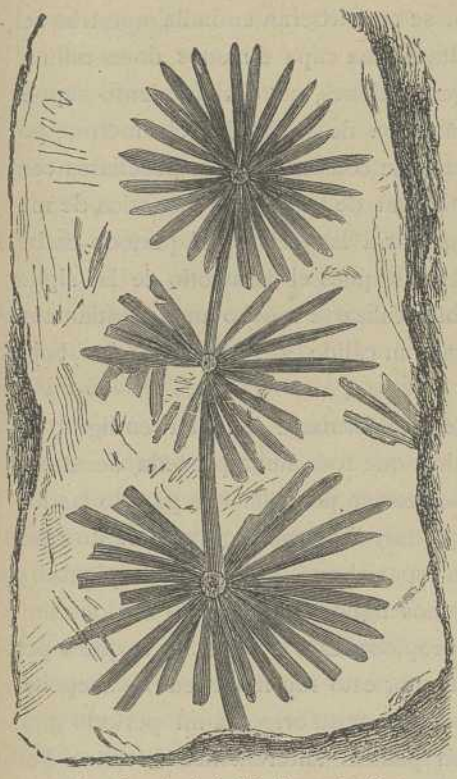


FIG. 80.—Anularia de la flora carbonífera.

Mientras que la turba es un agregado de restos vegetales más ó menos esponjoso, de color amarillo, pardo ó negruzco, y el lignito un combustible compacto ó terroso, de color pardo claro y hasta negro, que conserva con frecuencia la estructura fibrosa de la madera, la antracita, en su estado más puro, tal como se presenta, por ejemplo, en la isla de Rhode, en los Estados Unidos, es en cambio, una masa compacta de color negro de hierro ó agrisado, de fractura concoidea y brillo vítreo, que ha perdido casi todos sus componentes volátiles. Como la antracita consiste, casi en su totalidad, en carbono, con muy poco oxígeno é hidrógeno, arde con llama muy débil, deja muy poca ceniza y constituye, por lo mismo, un combustible de gran valor; pero como la descomposición

de las combinaciones hidrogenadas es en ella tan acabada ya que su destilación en retortas no da lugar al desarrollo de productos gasiformes, no se puede aprovechar en la fabricación del gas del alumbrado; su composición química es igual



FIG. 81.—Helecho odonóptero de la cuenca carbonífera de Saarbrücken (Prusia Renana).

á la del cok, ó resíduo que en dicha fabricación resulta de la destilación de la hulla.

La hulla propiamente dicha, ó carbón de piedra, como suele llamarse, es compacta, á veces pizarrosa, de color pardo negruzco ó negro, de brillo más ó menos vítreo ó craso, en ocasiones con reflejos abigarrados y de fractura concoidea y dureza menos pronunciadas que en la antracita. Arde con llama y

humo, ora ablandándose é hinchándose, en cuyo caso se llama hulla crasa, ora aglomerándose ó escorificándose, cual sucede con las hullas secas. Se distinguen en la práctica muchas variedades de hulla que, según sus propiedades, se adaptan á diferentes usos, y de las que tendremos ocasión de hablar en los tomos IV



FIG. 82.—Cicadea de la flora carbonífera.

y V de esta obra, al tratar de las operaciones metalúrgicas y la fabricación del gas del alumbrado.

En algunos países, como, por ejemplo, en Rusia, Silesia y Bohemia, las hu llas de formación más antiguas yacen todavía casi en la misma posición en que se desarrollaron sus turberas de origen; en cambio en otras regiones es evidente que fueron acarreados los materiales de los depósitos de hulla por las aguas,

acumulándose en cuencas determinadas. En Kladno, Radnitz, Pilsen y otros puntos de Bohemia, descansan las hullas, con una potencia de tres á doce metros, sobre las rocas siluríanas, encontrándose principalmente en cuencas poco



FIG. 83.—Lepidodendron de la cuenca carbonífera de Eschweiler (Prusia).

pronunciadas, sitas en las vertientes septentrionales, mientras que las vertientes meridionales sólo ofrecen restos de madera silicificada é impresiones de helechos. Semejante particularidad parece indicar que en los tiempos más remotos se formaban ya las turberas en las vertientes más sombrías, y que las meridionales, más castigadas por el sol, quedaban demasiado secas para el desarrollo de la vegetación de que procede la hulla. Tales depósitos encierran restos de

plantas en condiciones que muestran claramente que las cuencas mismas fueron cuna de la vegetación correspondiente, como lo evidencia el hecho de que durante su explotación se han encontrado trozos de troncos, en posición vertical, con sus raíces adheridas y extendiéndose en la misma capa de terreno en que crecieron originariamente; en algunos casos se hallaron troncos enteros en dicha posición, que, al formarse la hulla, tuvieron la resistencia suficiente para no caer al suelo. Los ejemplos más interesantes de este género se presentan en las minas de hulla de Saint-Etienne, en Francia, como indica la fig. 85, reproducida exactamente de una fotografía.

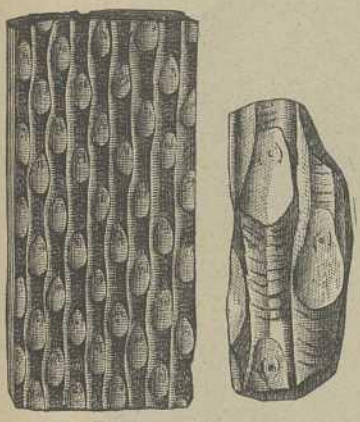


FIG. 84.—Trozos de un tronco de Sigilarda, de la flora carbonífera.

Respecto de la extensión, potencia y número de las capas de hulla en las diferentes cuencas carboníferas, regístrase una gran diversidad. Rara vez se presenta una capa sola, y por regla general, se hallan depositadas varias capas, á veces un número considerable de ellas, una encima de otra y separadas por otras más ó menos gruesas de arcilla, arenisca, etc. En la cuenca de Lancashire (Inglaterra) se cuentan 120 capas de hulla superpuestas; el distrito de Saarbrucken (Prusia renana) ostenta 164, y en la cuenca del Donez, en el Mediodía de Rusia, se ven nada menos que 225, capas, con una potencia total de 130 metros. En cuanto al espesor de las capas aisladas de hulla, varía desde algunos milímetros á varios metros, manteniéndose generalmente igual en casi toda la extensión de una misma capa. También respecto de la extensión de estos depósitos se nota mucha diversidad; el llamado High-main, en Northumberland (Inglaterra), se extiende sobre 200 kilómetros cuadrados, y el Low-main sobre 500, mientras que la célebre cuenca de Pittsburg (Estados Unidos), ocupa, entre Pensilvania, Ohío y Virginia, una extensión de 770.840 kilómetros cuadrados, siendo su longitud de 1.687 kilómetros, y su latitud máxima de 750, en cuya inmensa extensión conserva la capa principal una potencia constante de tres metros.

Muchas cuencas carboníferas han sufrido los efectos de los trastornos geológicos, á lo que se debe que las capas de hulla no se encuentren ya en su posición primitiva; tal sucede, por ejemplo, en varias cuencas alemanas y belgas, en la mayoría de las inglesas y las del Mediodía de Francia, donde las capas resultan con frecuencia cortadas ó dislocadas, inclinadas, plegadas, etc., como indican las figuras 39 y 40. A veces toman semejantes dislocaduras proporciones colosales, apareciendo una parte de la capa muchos metros (en ciertos casos hasta 100) más alta ó más baja que la parte inmediata; y no hay para qué decir que estos fenómenos embarazan, en casos extraordinarios, la explotación, sin ha-

blar de las dificultades que origina la busca de la parte dislocada del criadero.

Ninguna formación sedimentaria carece por completo de depósitos de carbón fósil, aunque éstos se hallen restringidos, naturalmente, á los sitios donde concu-



FIG. 85 —Troncos de sigilaria en su posición primitiva, tales como se encuentran en las hulleras de Saint-Etienne (Francia).

rrieron las condiciones favorables á su producción, presentándose en cada formación geológica grandes extensiones estériles que se acumularon en el fondo de los mares, donde no existía vegetación. Además hubo eras geológicas en las que predominaban dichas condiciones; ya señalamos la era terciaria como el período por excelencia de la formación del lignito, y en la primaria, durante la

cual se acumularon los estratos del sistema llamado carbonífero, al que pertenecen los depósitos de la hulla propiamente dicha, es evidente que dichas condiciones eran aún más ventajosas, puesto que las hullas en su conjunto ofrecen una potencia mucho más considerable que los lignitos. En las rocas más antiguas, en especial las cristalinas, como el gneis, el esquisto micáceo y ciertos mármoles, se presenta con frecuencia el carbón en forma de grafito; pero en algunas partes, y á pesar de la intrusión del gneis entre las capas carboníferas, y del hecho de hallarse impresiones de plantas envueltas por la roca feldespática, cual sucede en Offenburg (Selva Negra) y en Thann (Alsacia), conserva todavía la hulla bastante hidrógeno y oxígeno y no ha adquirido el carácter de la antracita. El sistema carbonífero debe su nombre á su riqueza en depósitos de hulla, pero no ha de suponerse por esto que todos los sedimentos que le corresponden contienen combustible fósil, pues si bien dicho sistema se extiende sobre toda la parte septentrional de Rusia, la Irlanda y una porción considerable de Inglaterra, Bélgica y Alemania, abrazando cerca de 4.500.000 kilómetros cuadrados, sólo 40.000 de éstos, próximamente, representan cuencas carboníferas. Entre las formaciones geológicas correspondientes á la era secundaria, se distinguen las del sistema jurásico por su riqueza en hullas; los depósitos de Westfalia, del Dniester (Rusia), de Fünfkirchen, en Hungría, y de Tiflis, en el Cáucaso, pertenecen á dicho sistema, y en América y la India se conocen hullas liásicas. En los sedimentos cretáceos de Austria, Francia y España se presenta ya el lignito, que abunda en las formaciones terciarias de agua dulce del Centro y Norte de Europa, y del que carecen por completo las de la misma era que se depositaron en el mar.

EXPLOTACIÓN DE LOS CARBONES FÓSILES

La de la *turba* es sumamente sencilla. Los depósitos de ella se cortan en la misma superficie en bancos ó gradas de poca altura, como indica la fig. 79, y por medio de palas especiales se divide la masa húmeda en trozos rectangulares, á manera de grandes adobes, que se extienden luego ó se apilan en el suelo para que se sequen al aire. La turba semifluida ó pastosa se aprovecha también, secándola hasta que se convierte en polvo, el cual se prensa luego á máquina en formas ó moldes á propósito. La turba es un combustible muy apreciado en algunos países del Norte, particularmente en Holanda, donde tiene casi tanta importancia como en Inglaterra la hulla. En España se encuentra con cierta abundancia en los alfaques del Ebro, en Castellón, Torreblanca, Oropesa y Almenara; pero su explotación es insignificante, pues no pasó en 1881 de 600 toneladas.

Donde el *lignito* se halla sepultado á corta profundidad bajo la superficie, tiene lugar en muchos casos su explotación al aire libre, á cuyo fin se separa

primero la tierra vegetal, arena ó arcilla que cubre el depósito, mediante las herramientas ordinarias ó máquinas especiales, llamadas *excavadoras*, parecidas á las dragas y movidas á vapor. Este modo de beneficio se practica en gran escala en diferentes comarcas de Prusia, Sajonia y Bohemia, donde el combustible se encuentra cubierto por capas arenosas de cinco á veinte metros de espesor, en cuyo fondo, y revueltos con la arena, se presentan troncos de árboles convertidos en lignito, en cuya masa se encuentran también á veces trozos aplastados de madera carbonizada; pero, en general, consiste dicha masa en lignito más ó menos compacto, formando con frecuencia capas condensadas de azabache, muy duras, negras y brillantes, que se asemejan mucho, por sus propiedades, á la hulla. En no pocos casos, especialmente en Bohemia, donde el desmonte del terreno superficial ofrece dificultades mayores, se explota el lignito por medio de pozos de corta profundidad, desde cuyo fondo se abren en la capa del combustible galerías horizontales en diferentes direcciones, excavando después los macizos intermedios y dejando que se hunda la parte superior. En el Wetterau (Hessen) y otros distritos, donde además de encontrarse á 20 ó 30 metros bajo la superficie, tiene el lignito una potencia de 10 á 30 metros sin capas intermedias de roca, se verifica la explotación de la manera siguiente. Se profundiza primero un pozo vertical hasta la base ó yacente del depósito de combustible, instalando en él las máquinas de desagüe y extracción necesarias, y se procede entonces á abrir una serie de galerías horizontales en la parte superior del lignito y en diferentes direcciones, galerías que se destinan al servicio del transporte subterráneo y á la ventilación; á cuyo efecto, y cuando han adquirido cierta longitud, se ponen en comunicación con la superficie mediante otros pozos secundarios. Desde dichas galerías principales se abren otras transversales, dejando así macizos cuadrangulares de lignito que se excavan después, retirando al mismo tiempo las maderas de entivación y dejando que se hunda la parte superior ó techo de las excavaciones. Una vez explotado el combustible en toda la extensión del depósito y al nivel de este primer piso, se procede á abrir, desde el pozo principal, otra serie de galerías maestras á un nivel inmediatamente inferior, beneficiando el lignito como antes, mediante galerías transversales y la excavación de los macizos que resultan; y así sucesivamente, hasta extraer todo el depósito. Dada la corta profundidad á que se halla sepultado el lignito, ó sea el espesor relativamente pequeño de las rocas que lo cubren, los hundimientos en el interior de la mina se dejan sentir con frecuencia en la superficie produciendo las depresiones consiguientes.

El lignito, cuya producción asciende anualmente, sólo en Alemania, á catorce ó quince millones de toneladas métricas, se utiliza en gran parte como combustible, tanto en las industrias como en la calefacción de las casas; algunos lignitos se prestan á la fabricación del gas del alumbrado, y otros se someten á la destilación para obtener de ellos diferentes productos, como la parafina, la

fotogena, el ácido fénico, la creosota, etc. Los lignitos españoles, cuya principal riqueza se encuentra en las Baleares (Mallorca), Santander, Guipúzcoa, Barcelona, Lérida y Teruel, no se aprovechan, ni con mucho, como fuera de desear, reduciéndose su producción á la cantidad exigua de unas 30.000 toneladas.

En Europa se explota rara vez la *hulla* mediante labores al aire libre, porque en lo general, y dada la gran antigüedad de su origen, los depósitos de dicho combustible se hallan cubiertos por potentes estratos de rocas más recientes, y yacen á profundidades más ó menos considerables bajo la superficie; ó bien porque donde sus capas afloran, tienen un buzamiento ó inclinación tan pronunciada, que es necesario acometerlas desde el principio por labores subterráneas. Estas excavaciones consisten, como en las minas metalíferas, en labores preparatorias auxiliares, ó socavones, pozos verticales ó inclinados y galerías generales, que son esencialmente vías de comunicación, extracción y desagüe, y en labores de beneficio propiamente dichas. Pero la naturaleza particular de los criaderos carboníferos, su yacimiento en capas más ó menos horizontales, y con frecuencia sobrepuestas á cortos intervalos, las dislocaciones á que suelen estar sujetos, los gases perjudiciales que emiten, unido á la poca firmeza de las rocas en que se presentan y que les cubren; todos estos factores, y otros que no necesitamos enumerar, contribuyen á que el laboreo de las minas de hulla se diferencie notablemente del de las minas metalíferas en general. Además, las enormes cantidades de combustible que se arrancan en las hulleras, imponen medios de transporte y extracción, que rara vez se necesitan en la explotación de los metales, salvo la de las grandes masas de mineral de hierro.

Respecto de la profundización de pozos, aun cuando tenga lugar en terrenos relativamente secos, es preciso, por regla general, proceder con mayor cautela que en la mayoría de las minas metalíferas, en vista de la naturaleza más floja y desmoronadiza de las rocas suprayacentes, y es raro el caso en que no haya que revestir el pozo en toda su altura con madera, mampostería ó hierro, operación que se verifica por tramos, á medida que avanza la excavación en profundidad. Pero en muchos distritos se encuentran las capas de hulla debajo de terrenos muy permeables, saturados de agua y, á veces, movedizos ó semifluidos, que dificultan extraordinariamente la profundización de los pozos y hacen precisa la aplicación de revestimientos impermeables ó *cuvelages*, que, aparte del refuerzo que constituyen, tienen por objeto especial sustituir las paredes naturales, pero permeables, de un pozo, con otras artificiales impenetrables al agua. Dichos cuvelages se hacen también de madera, ladrillo y cemento, ó de hierro, pero con mucho mayor esmero que los revestimientos ordinarios; y es preciso establecerlos tan sólida y herméticamente sobre estratos impermeables, inferiores á los terrenos aguanosos, que por las junturas no pueda penetrar agua en el pozo, cualquiera que sea la presión hidráulica.

Hemos indicado ya, en el capítulo anterior, la manera cómo se practica la

profundización de pozos y su *cuvelage* en terrenos muy aguanosos, haciendo penetrar en ellos enormes cilindros de ladrillo y cemento ó de hierro, á medida que se excavan bajo agua por medio de sondas ó palas especiales que se mueven á máquina desde la superficie. Pero á fin de que nuestros lectores se formen idea, siquiera sea somera, de semejantes operaciones, de las enormes dificultades que á veces presentan y de la inteligencia, perseverancia y gastos necesarios para llevarlas á cabo, describiremos sucintamente la excavación de un pozo en el distrito de Ruhrort (Prusia renana), donde el terreno carbonífero firme se halla cubierto por arenas aguanosas y movedizas de unos 125 metros de espesor.

Las operaciones comenzaron en 1857 con la introducción en el terreno de un cilindro de ladrillo y cemento de 9,3 metros de diámetro exterior y 7,76 de diámetro interior, basado sobre seis anillos de madera de haya, fuertemente unidos á un aro ó zapato circular de hierro fundido de 55 centímetros de altura y 33 milímetros de grueso, compuesto de 16 segmentos, y cuyo borde inferior era cortante. A medida que se excavaba el terreno arenoso bajo el agua, por medio de una sonda giratoria especial, movida por una máquina de vapor, se hundía lentamente, en virtud de su propio peso, dicho zapato con el cilindro de obra que cargaba sobre él y se hallaba suspendido mediante fuertes tornillos para que no se desviara de la dirección vertical, aumentando naturalmente cada vez más el peso, puesto que la obra de ladrillo y cemento se continuaba superiormente en la medida necesaria. Sin embargo, á los 23 metros de profundidad se acuñó de tal manera el cilindro en el terreno, que no fué posible hacerle penetrar más, y hubo que introducir otro, dentro del primero, al que se dió un diámetro exterior de 6,43 metros, siendo de 4,70 el interior, construyéndolo sobre un zapato de hierro de 1,72 metros de altura y 52 milímetros de grueso, unido á ocho anillos de haya, y suspendiéndolo también de fuertes tornillos. Mientras que se introducía este segundo cilindro de obra con la ayuda del trabajo de la sonda, se adoptaron todas las precauciones imaginables para evitar un contratiempo, incluso la de mantener constantemente el nivel natural de las aguas subterráneas, introduciendo agua en el pozo, en caso necesario, á fin de no alterar el equilibrio de las masas arenosas circundantes. Pero á los 75 metros de profundidad no penetró ya más el cilindro, á pesar de su enorme peso y de las poderosas prensas de tornillo é hidráulicas con que se trató de obligarle á bajar.

Entonces, y con objeto de registrar el fondo, se procedió á desaguar el pozo, mediante bombas y una poderosa máquina de vapor de 140 caballos de fuerza; pero aligerado del peso de la columna de agua que gravitaba sobre él, comenzó el terreno movedizo á invadir la excavación, y hubo necesidad de recurrir al empleo de un cilindro de hierro para proseguir la excavación, dejando el cilindro de ladrillo tal como estaba. Al efecto, y para afirmar el piso, se rellenó el pozo con una mezcla de arcilla y arena hasta 12,5 metros por encima del fon-

do, y se procedió á levantar un cilindro de 4,5 metros de diámetro, compuesto de anillos de hierro fundido de 94 centímetros de alto, hechos cada uno de ocho segmentos, y montados sobre un zapato circular de 55 centímetros de alto, acuñando y calafateando con cuidado todas las junturas. Dejando nuevamente subir las aguas en el pozo, y poniendo en movimiento la sonda excavadora, empezó á bajar el nuevo cilindro; pero apenas hubo penetrado tres metros por debajo del antiguo, tropezó con una capa de terreno más duro. Para vencer este obstáculo se quiso desaguar otra vez el pozo, lo que produjo el rompimiento de la capa en cuestión y un nuevo movimiento del terreno, de modo que hubo de seguirse la excavación con la sonda. Entonces se advirtió que el zapato del cilindro de hierro había sufrido una rotura, puesto que las arenas extraídas contenían trozos del mismo; y después de vanas tentativas para obligarle á bajar más, fué necesario limpiar el fondo, previa la introducción de un segundo cilindro de hierro. Dicha limpieza se verificó mediante el empleo del aire comprimido, y una vez afirmado el piso con hormigón hidráulico, se pudo montar el cilindro nuevo, que tenía 3,76 metros de diámetro. Después de rota la capa de hormigón por medio de la sonda, bajó el cilindro, que pesaba 620.000 kilogramos, sin peripecia notable hasta los 100 metros, donde encontró una capa de marga, al parecer firme; pero á los 106 metros volvieron á presentarse las arenas movedizas, y como en este punto se rompiese un tornillo de suspensión, bajó el cilindro de repente 17 metros, rompiéndose por su base en una altura de seis. Limpiando, con este motivo, el pozo, se extrajeron cerca de 28.000 kilogramos de pedazos de hierro, y hasta Noviembre de 1868, y alcanzada la profundidad de 116 metros, no pudo practicarse con la sonda un reconocimiento que dió por resultado que el terreno carbonífero firme se hallaba 15 metros más abajo, ó sea á la profundidad de 131 metros de la superficie.

Parecía, pues, próximo el término de la empresa; pero lo más difícil quedaba por hacer, es decir, el cierre hermético entre el cilindro y la roca firme, y por lo tanto, el aislamiento del pozo en medio del terreno aguanoso. Con el fin de prolongar el cilindro hasta el terreno firme, se trató primero de introducir otro de hierro dulce de 18 metros de altura y 26 centímetros de grueso y de un diámetro algo menor, que se bajó por medio de un cable; pero no hubo medio de hacer que penetrara más allá de los 121 metros. En vista de esto y de que el terreno que quedaba por atravesar era una arcilla de bastante consistencia, se determinó excavarlo con la sonda hasta formar un hueco de 4,5 metros de diámetro, rellenar éste con hormigón hidráulico, desaguar el pozo y luego excavar á mano el hormigón endurecido en un círculo igual al cilindro de hierro; de este modo quedaría un revestimiento sólido é impermeable de hormigón, de unos 45 centímetros de espesor, desde el borde inferior del cilindro hasta la roca firme. En efecto; la excavación se hizo, y también el relleno, que, para mayor seguridad, se llevó hasta una altura de 26 metros dentro del cilindro de hierro, y

entonces se desaguó el pozo con las bombas; mas después de excavado un poco el hormigón, se vió que la parte inferior del cilindro de hierro fundido tenía tres hendeduras (producidas, sin duda, por el accidente ya referido), por las que empezó la arena aguanosa á invadir el pozo con ímpetu. No hubo más remedio, pues, que construir dentro de dicho cilindro otro más sólido (de 20 centímetros de grueso y 3,34 metros de diámetro), cuyas piezas se ajustaban á medida que se excavaba el hormigón, rellenando además con cemento el estrecho hueco que quedaba entre ambos cilindros. La operación marchaba bien y en Julio de 1870 se había alcanzado la profundidad de 119 metros, cuando de repente saltó un trozo grande de la obra doble de hierro, y la arena y el agua se lanzaron por el boquete, anegando el pozo en corto tiempo hasta una altura de 31 metros. Fué necesario, por consiguiente, volver á instalar la sonda y bajar un nuevo cilindro de hierro dulce de 2 centímetros de grueso, 2,68 metros de diámetro interior y 15,70 de altura, que, al cabo de mucho trabajo, penetró en Septiembre de 1873 en terreno bastante firme, hasta los 126 metros de profundidad total.

Después de muchos ensayos infructuosos, cuya descripción nos llevaría demasiado lejos, se logró, por fin, mediante cemento y un aro de hierro fundido de construcción especial, establecer un cierre hermético entre el borde inferior del último cilindro y la roca firme. Pero luego hubo que reparar los daños sufridos en las partes superiores del pozo, especialmente en los cilindros de obra de ladrillo, y en vista de una nueva rotura de uno de los primitivos de hierro fundido, se acabó por levantar sobre el de hierro dulce últimamente introducido en el fondo, un nuevo cuvelage de hierro del mismo diámetro (2,68 metros) que se continuó hacia arriba hasta la boca del pozo. Esta obra terminó en 1877; es decir, que al cabo de veinte años de trabajos constantes, quedaban salvadas las arenas movedizas, y pudo seguir la excavación del pozo á través del terreno carbonífero firme, hasta cortar las siete capas de hulla de la cuenca, que se hallan, la superior á 248, y la inferior á 326 metros bajo la superficie.

Podríamos referir otras empresas análogas, llevadas á cabo en hulleras alemanas, belgas, francesas é inglesas, y en algunas de las cuales se han utilizado los servicios de buzos para reparar desperfectos debajo del agua; pero basta lo dicho para que se vea cuán difícil es, á veces, penetrar á través de las rocas más blandas y establecer vías permanentes de comunicación subterránea. Después de los pormenores referidos se comprenderá también toda la importancia que encierra el sistema de perforación inventado recientemente por *Poetsch*, basado en la congelación de los terrenos movedizos saturados de agua, y que describimos anteriormente (pág. 114), pues ofrece al minero un medio práctico de atravesar á gusto, digámoslo así, terrenos como los de Ruhrort, y establecer pozos cuvelados sin peligro, en mucho menos tiempo y con una disminución considerable de gastos.

A los efectos de la explotación sistemática de los depósitos de hulla, se prac-

tican en ellos, y partiendo del pozo principal, galerías más ó menos horizontales, destinadas á la comunicación y al transporte subterráneos, y que nada difieren, en lo esencial, de las abiertas en minas metalíferas; salvo que, no hallándose sujetas á los rumbos variables de un filón, suelen desarrollarse rectamente. Mas como quiera que los terrenos carboníferos son relativamente flojos, y que la presión que resulta, tanto contra el piso (de abajo arriba) como sobre el techo de las capas de hulla, pudiera dar margen á hundimientos frecuentes, es preciso fortificar dichas galerías con más cuidado las de la mayor parte de las minas metalíferas; máxime cuando, en atención á un transporte mucho más activo, suelen tener mayor anchura que en estas últimas.

El beneficio propiamente dicho de la hulla tiene lugar, por lo común, mediante la *labor en grandes tajos*, ó la llamada *en pilares*. La primera se aplica más especialmente al beneficio de capas poco inclinadas ó casi horizontales, cuya potencia no excede de 90 á 125 centímetros, que contienen bastante material estéril para la ativación y cuyo techo ofrece cierta firmeza. Iniciada la labor con una galería general, que se extiende á derecha é izquierda del pozo de extracción, la excavación de la hulla procede por grandes tajos rectos, paralelos ú oblicuos respecto de dicha galería; á medida que avanza la labor se ativa el hueco excavado, reservando en el relleno series de galerías paralelas, necesarias para la ventilación y el transporte. La disposición y ejecución de la labor en grandes tajos sufre modificaciones, según la potencia é inclinación de las capas de cuyo beneficio se trata, y según otras circunstancias que no podemos referir en un trabajo como éste. La labor en pilares, que se aplica comunmente á las capas que no dan material para la ativación ó relleno de los huecos, consiste esencialmente en abrir, desde una galería general que comunica con el pozo de extracción, una serie de galerías paralelas que dividen la capa de hulla en macizos ó pilares, y después excavar estos macizos, empezando desde los puntos más apartados de la galería general. Para favorecer la ventilación se abren también, á determinados intervalos, galerías transversales que ponen en comunicación las de beneficio. Las dimensiones de éstas y de los pilares, así como la extensión de los campos de explotación, varían mucho en los diferentes distritos, y dependen, en general, de la potencia de las capas, la naturaleza de la hulla y de la roca, la cantidad que se arranca diariamente y el sistema de transporte adoptado. Cuando se presentan dos ó más capas de carbón, separadas por estratos ó lechos de rocas, tiene lugar la explotación de diferentes maneras, según el espesor y la firmeza de esos estratos. Si son delgados, se puede excavar una capa inferior de hulla, beneficiando luego la superior por hundimiento; procedimiento poco recomendable, sin embargo, pues entraña un desperdicio notable de combustible. Siendo más gruesos y consistentes dichos estratos intermedios, se benefician sucesivamente las capas de hulla, empezando por la superior, por medio de la labor en pilares, desarrollando así la explota-

ción á diferentes niveles ó en diferentes pisos, desde el pozo principal; ó bien se procede al beneficio de las diversas capas de abajo á arriba, de un modo parecido á la labor atravesada, anteriormente descrita (pág. 118), rellenando ó ativando los huecos á medida que la excavación va subiendo; procedimiento que es muy á propósito para la explotación de varias capas delgadas, sobrepuestas á cortos intervalos. En distritos donde los materiales de fortificación son muy caros, ó donde es preciso evitar los perjuicios que resultan en la superficie á consecuencia del hundimiento de las labores subterráneas, ó dela penetración en éstas de cantidades considerables de agua, se beneficia sólo parcialmente la hulla, dejando en pie, de trecho en trecho, pilares cuadrados para sostener el techo. Por ejemplo, en el distrito de Whitehaven (costa Noroeste de Inglaterra), la explotación de la hulla prosigue bajo el fondo del mar; los estratos de roca que separan á éste de las labores submarinas tiene un espesor de 120 á 200 metros, y están sostenidos por pilares de hulla de 18 metros en cuadro. En algunas minas se sustituyen los pilares de hulla con otros de mampostería, hechos con la roca procedente de las labores.

La excavación de la hulla en las labores de beneficio se efectúa generalmente por *regadura*, es decir, socavando el combustible por su base con un pico especial llamado «regadera», operación que se verifica á veces recostándose el operario, como indica la fig. 86, y derribando luego, por medio de cuñas ó barrenos, la parte de la capa que queda al aire. Tratándose de labores que no se pueden ativar, se sostiene ó apuntala el techo de la capa con sólidos maderos que, á medida que avanza la excavación ó derribo de la hulla, se retiran, dejando que se hunda el techo. Semejantes operaciones, nunca exentas de peligro, deben practicarse con la mayor precaución, por lo que en algunos distritos se emplean al efecto aparatos especiales, destinados á aumentar la seguridad de los trabajadores y economizar madera.

El trabajo llamado «regadura,» propio de las minas de carbón, es una faena sumamente ruda, y en ocasiones expuesta, en cuanto se verifica á mano, y por esta razón muchos inventores se han esforzado, de treinta años á esta parte, por construir máquinas especiales á propósito. Los cuantiosos premios ofrecidos en Inglaterra y Alemania para la invención de una *regadera mecánica* realmente útil, demuestran la importancia que se atribuye á esta clase de aparato, tanto desde el punto de vista de la seguridad de los operarios, como desde el puramente económico; pero aunque sólo en Inglaterra se ha concedido privilegio de invención á más de ciento de dichas regaderas mecánicas, ninguna reune todas las condiciones apetecidas; pues si bien socavan más profundamente y con mayor limpieza que puede hacerlo el hombre, desperdician menos hulla y facilitan el derribo por medio de cuñas, haciendo muchas veces innecesario el trabajo del barreno y el empleo de materias explosivas, no pueden competir todavía con el trabajo manual en el terreno económico. Las mejores regaderas

mecánicas que se conocen son la inglesa de *Hurd* y la austriaca de *Stanek* y *Reska*, que se emplean ya en varias hulleras con preferencia á otras de construcción más antigua, y consisten esencialmente en un motor de aire comprimido montado sobre carriles, que imprime un movimiento lento de rotación á una gran rueda horizontal, situada junto al piso, y cuya periferia se halla armada de una serie de fuertes púas de acero, que desgastan ó cortan la hulla hasta la profundidad de un metro, á medida que avanza la máquina.

En las minas de hulla donde se desprenden gases que con el aire constituyen mezclas inflamables, el uso de materias explosivas en los trabajos de excavación da lugar á veces á explosiones terribles y las consiguientes desgracias



FIG. 86.—Trabajo con la regadera.

personales; además la detonación de los barrenos produce sacudidas, originando hundimientos y desperfectos en la entivación. Para evitar estos peligros, se han adoptado en varias hulleras diferentes medios mecánicos, como las prensas hidráulicas de *Chubb*, *Bidder* y *Jones*, que se introducen en los barrenos abiertos en la hulla y ejercen una presión lateral enorme hasta quebrantar la masa. También se emplean con mejor ó peor éxito diferentes formas de cuñas, y en algunas partes, especialmente en Inglaterra, se aplica con ventaja el principio de la expansión de cal viva en contacto con agua. Según el procedimiento de *Smith* y *More*, se introducen en los barrenos cartuchos de cal viva pulverizada y comprimida, y sobre ellos se pone un tubo de hierro, atacando luego el espacio libre del barreno como de ordinario; por el tubo, y mediante una bomba, se introduce agua, y la presión del vapor que se desarrolla quebranta la hulla.

El transporte subterráneo de la hulla excavada se verifica casi exclusivamente por medio de vagones de hierro de diferentes formas y dimensiones, que circulan por las galerías sobre vías férreas estrechas, aun en las labores secundarias donde los trabajadores tienen á veces que andar á gatas (fig. 87). En éstas, y también en las galerías principales de muchas hulleras, son manejados exclusivamente los vagones por hombres; pero en minas muy extensas y que produ-



Bajada de caballos en una mina hullera.

cen enormes cantidades de combustible, se unen los vagones, formando trenes, que se arrastran por caballerías, motores mecáni cos, y hasta por medio de la electricidad. El empleo de caballos en el interior de las hulleras se verifica en grande escala, entre otras, en las del Creuzot (Francia), donde los animales, una vez introducidos en la mina, rara vez vuelven á ver la luz del día, pues ofrece demasiadas dificultades su bajada y subida por los pozos, como indica la lámina X. No debe creerse que la residencia subterránea perjudica á los caballos; al contrario, se habitúan pronto á sus nuevas condiciones de vida, y alcanzan, por regla general, una edad mayor que los que permanecen en la superficie, á lo que contribuye, sin duda, la igualdad del trabajo, del alimento y especial-

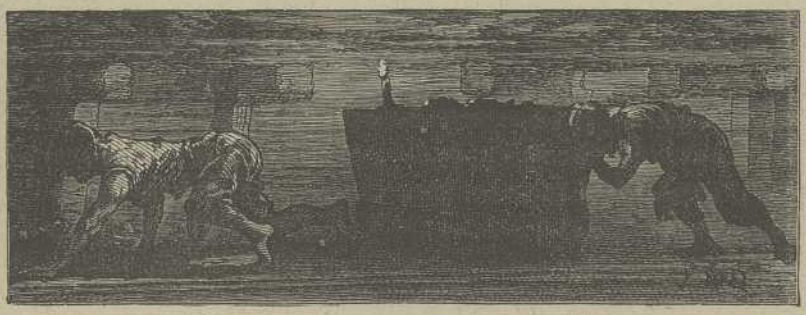


FIG. 87.—Transporte subterráneo en las hulleras.

mente la de la temperatura; se instalan en cuadras construídas á propósito, como se indica en la fig. 88.

En muchas hulleras, especialmente en las del distrito de Newcastle (Inglaterra), se arrastran los vagones mediante máquinas de vapor fijas, combinadas con cuerdas de alambre ó cadenas, sostenidas y guiadas por tambores y poleas; la máquina motora se instala en las labores subterráneas, cerca del pozo de extracción, montándose la caldera al lado, ó bien en la superficie, en cuyo caso se introduce el vapor en la mina por medio de tubos bien resguardados del frío. De este modo se arrastran trenes de 40 y hasta de 80 vagones, con una velocidad relativamente grande. En algunas hulleras donde la extracción se verifica por socavones, se emplean para el arrastre de los vagones locomotoras de dimensiones reducidas; pero el vapor y el humo son muy molestos en los subterráneos, por lo que se usa poco semejante medio de transporte. Se han ensayado en las hulleras de Aquisgran locomotoras movidas por aire comprimido; pero la novedad más interesante del género es la locomotora inventada en 1883 por *Honigmann*, que funciona con éxito en dicho distrito. Su caldera se compone de dos cilindros concéntricos; en el interno se introduce lejía de sosa cáustica, que entra en ebullición á una temperatura de 190 grados; el agua, cuyo vapor ha de mover la máquina, ocupa el espacio entre los dos cilindros. Para ini-

ciar el movimiento se introduce en el agua vapor sobrecalentado, y una vez puesta la locomotora en marcha, penetra en la caldera interna el vapor usado, en lugar de lanzarse al aire, y condensándose en la lejía se eleva su temperatura sobre la del agua, la cual se calienta entonces á costa de la legía y se desarrolla más vapor, el que, después de mover los émbolos, pasa, á su vez, á sostener la temperatura de la lejía, y así sucesivamente. A medida que absorbe vapor,



Fig. 88.—Cuadra subterránea en las hulleras del Creuzot (Francia).

se diluye la lejía, bajando gradualmente su punto de ebullición; y cuando la diferencia de las temperaturas de la lejía y del agua no basta para que ésta reciba de aquélla el calor suficiente para su evaporación, la máquina cesa de funcionar. Esto sucede al cabo de cinco horas de trabajo, bastando entonces retirar la lejía diluída para concentrarla nuevamente por evaporación é introducir entretanto otra cantidad ya concentrada. En la hullera de Zaukeroda (Sajonia) se ha aplicado con éxito al transporte subterráneo el ferrocarril eléctrico de *Siemens*, descrito en otra parte de esta obra, y cuya locomotora arrastra durante ocho horas, y á una distancia de 720 metros, de 300 á 400 vagones, que pesan cada uno, con su carga de hulla, 725 kilogramos, componiéndose cada tren de

diez vagones. Por último, cuando la capa de hulla en explotación tiene la inclinación suficiente, el método de transporte más sencillo, al par que económico, es el de los planos inclinados automotores, sobre los cuales se verifica el movimiento en virtud de la gravedad de los vagones cargados. Se distinguen planos dobles, por los que baja un vagón ó tren cargado, mientras sube otro vacío; y planos sencillos, por los que baja el vagón cargado, subiendo después vacío con ayuda de un contrapeso; en ambos casos consiste el mecanismo sencillamente en un tambor, que gira en torno de un eje horizontal en el extremo superior del plano, y en el que se arrolla la cuerda destinada al arrastre de los vagones.

La extracción de la hulla por los pozos, tanto inclinados como verticales, se verifica ya casi exclusivament por medio de poderosas máquinas de vapor, en atención á las masas considerables que, por regla general, hay que elevar, y á la necesidad de proceder con la mayor rapidez posible, á fin de tener expeditas las vías subterráneas. En algunas hulleras se emplean todavía para la extracción grandes cubas de madera ó hierro, suspendidas en el cable de la máquina, y en las que vacían los vagones en el fondo del pozo; pero en las minas más desarrolladas y mejor montadas se efectúa tan importante servicio por medio de grandes jaulas, en las que los mismos vagones empleados en el transporte subterráneo se elevan hasta la superficie, y se bajan en seguida después de vaciados. La figura 89 representa una sección vertical de un pozo de extracción, al nivel de una de las galerías principales, y da idea del modo de introducirse en la jaula los vagones cargados de hulla, en cuyo caso se halla dividida la jaula en tres pisos y seis compartimientos, de modo que pueden subir á un tiempo seis vagones; para introducirlos, se pára la jaula de modo que su piso superior esté al nivel de la galería; después de metido el primer par de vagones, sube un poco, presentando el segundo piso, y así sucesivamente, verificándose la descarga de un modo análogo; y no hay para qué decir que se adoptan siempre las medidas necesarias, merced á las cuales sabe exactamente el maquinista encargado del servicio de la superficie, á qué profundidad se hallan las jaulas en un momento dado, y cómo debe maniobrar con ellas á fin de no perder tiempo. Para dar á nuestros lectores idea del servicio de extracción en las grandes hulleras del extranjero (desgraciadamente ninguna de las nuestras puede servir de ejemplo), citaremos dos pozos en el distrito de Saarbrüken (Prusia renana) sobre cada uno de los cuales se halla instalada una máquina de extracción de mil caballos de fuerza, que eleva desde la profundidad de 700 metros, y con una velocidad de 10 á 11 metros por segundo (igual á la de nuestros trenes ordinarios de ferrocarril), una jaula de tres pisos con seis vagones cargados con 3.000 kilogramos de hulla, que tardan, por lo tanto, sólo de 60 á 70 segundos en llegar á la superficie.

Un sistema de extracción tan original como eficaz y seguro, y que, caso omiso hecho de los grandes gastos de instalación que supone, resulta económi-

co para las minas más profundas, es el *neumático*, aplicado por *Blanchet* en una hullera de Epinac (Francia), donde funciona desde 1876. En el pozo vertical,

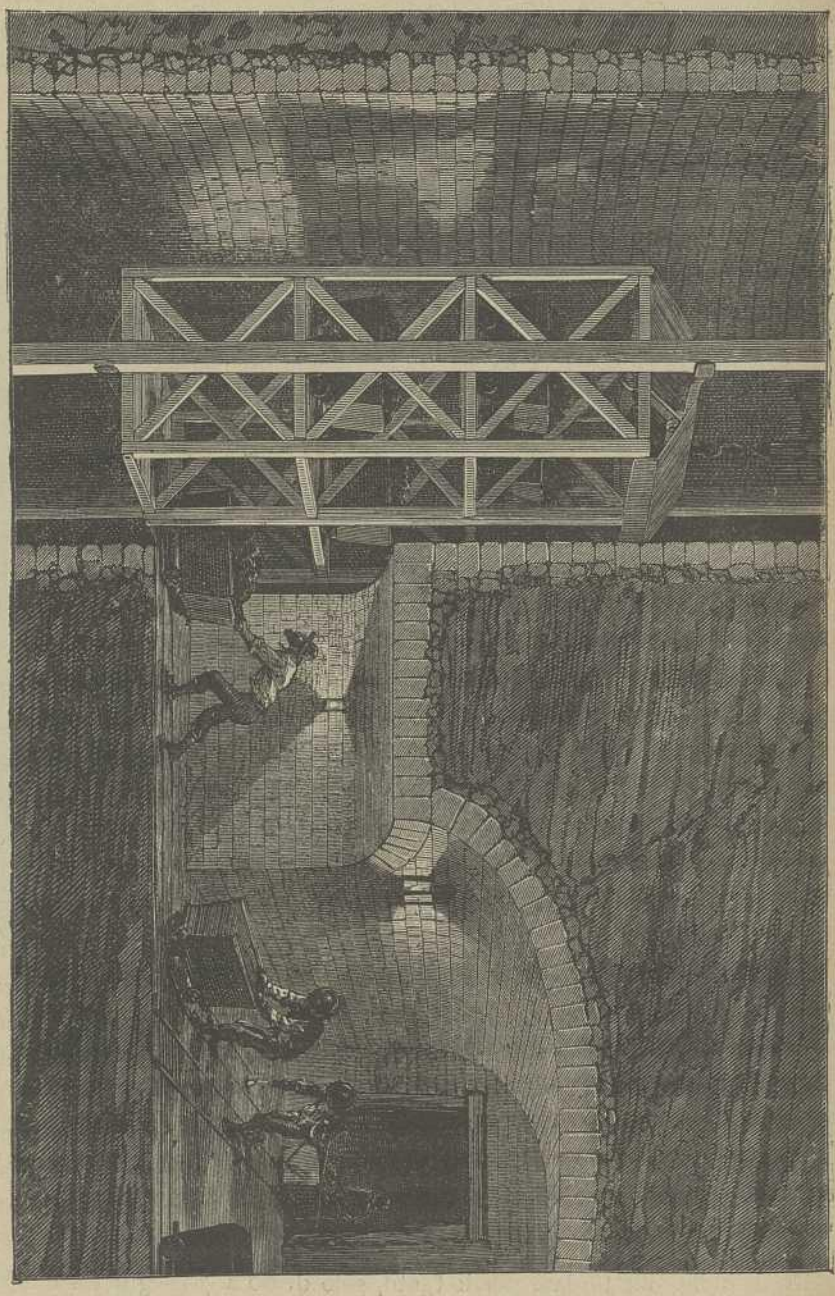


Fig. 89.—Extracción de la hulla por medio de vagones y jaula.

que mide 603 metros de profundidad, se halla instalado un tubo compuesto de anillos de hierro dulce de siete milímetros de grueso y 1,6 metros de diámetro, provisto de puertas en los cargaderos subterráneos y á la boca del pozo, que

cierran herméticamente y por las que se introducen y sacan los vagones. Dentro del tubo se desliza una jaula de nueve pisos, cuyos extremos constituyen émbolos que se adaptan perfectamente á las paredes del tubo; dicha jaula admite 9 vagones con carga de 500 kilogramos de hulla cada uno, y se emplea también para la bajada y subida de los operarios, á cuyo efecto hay una válvula en su fondo para introducir el aire necesario. En la parte superior se halla el tubo en comunicación con una poderosa bomba neumática, movida á vapor, efectuándose la elevación de la jaula en virtud meramente del vacío hecho en el tubo por dicha bomba, combinado con la presión atmosférica del aire procedente de la mina, que se introduce debajo de la jaula; el descenso de ésta resulta de su propio peso, regulándose la velocidad por medio de aire que el maquinista deja penetrar, en caso necesario, en la parte superior del tubo; á medida que baja la jaula, escapa el aire inferior por un tubo lateral, elevándose en el pozo y contribuyendo á la ventilación de la mina. De este modo ingenioso, y mediante un vacío de media atmósfera, elévase en cinco minutos, desde la profundidad mencionada, un peso bruto de 9,5 toneladas, ó sea uno neto de 4,5 de mineral.

Por la seguridad que ofrece este sistema neumático, es muy recomendable para la bajada y subida de los operarios, que, por regla general, se verifica en la hulleras, como en las minas metalíferas, mediante escalas fijas ó móviles ó las máquinas de extracción, cual se refirió en el capítulo precedente. En cuanto al desagüe de las minas de carbón, tampoco difiere esencialmente de la de las metalíferas, y, por consiguiente, podemos omitir la repetición de las ideas generales ya expuestas, pasando á ocuparnos de la ventilación y el alumbrado, de que, en las hulleras más especialmente, depende la vida de tantos seres humanos.

Nuestros lectores habrán oído hablar tal vez de las terribles explosiones que de vez en cuando tienen lugar en las minas de carbón, ó habrán leído seguramente en los periódicos, siempre propensos á las noticias de sensación, relaciones desgarradoras de alguna de ellas. En España, donde las explotaciones de la hulla son bastante superficiales y de escaso desarrollo, son semejantes desgracias relativamente insignificantes, siendo la más sensible, que sepamos, la ocurrida en la mina *Santa Elisa*, de Belmez, en Abril de 1866, que originó la muerte de 28 operarios. Pero en los grandes campos de explotación del extranjero, en las profundas y extensas hulleras de Inglaterra, Francia, Bélgica, Alemania, etc., semejantes siniestros se repiten desgraciadamente con bastante frecuencia, á pesar de las precauciones adoptadas para evitarlos, y causan, por término medio, más de mil víctimas al año, sin hablar de los grandes destrozos materiales. La catástrofe más antigua de esta clase de que se conserva noticia, ocurrió en 1710 en una hullera de Newcastle, costando la vida á 80 trabadores; desde entonces, y especialmente en nuestro siglo, se han regis-

trado otras mucho más fatales. Por ejemplo, en 1857 una explosión en la hullera de Lundshill, cerca de Sheffield (Inglaterra), causó la muerte repentina á 170 mineros; en 1866 el terrible siniestro de la mina de Oaks, en el condado de York, arrebató la vida á 361 hombres; otra catástrofe análoga tuvo lugar en 1869 en una hullera sajona, cerca de Dresde, produciendo 279 víctimas; por causa de la explosión acaecida en 1876 en la mina de Treuil, cerca de Saint-Etienne (Francia), perecieron 240 operarios y 44 caballos, y la que estalló dos años después en la gran hullera llamada «Prince of Wales,» cerca de Newport (País de Gales), produjo la muerte de 345 mineros y 14 caballerías.

En principio, se debe tanta calamidad al llamado comúnmente «gas de pantanos,» ó sea el *methan*, ó hidrógeno carbonado, inodoro y ligero, que arde por sí con llama azul y luz débil, sin detonar, pero que constituye, en unión con el aire atmosférico, una mezcla más ó menos explosiva, y se presenta con frecuencia en las minas de hulla, y por excepción en las de lignito, de sal gema y algunas metalíferas. La presencia de dicho gas en la hulla no se relaciona con la calidad de este mineral, pues ocurre lo mismo en las hullas secas que en las crasas, así como en la antracita; es más común en las capas profundas, y depende de condiciones que impiden ó favorecen el escape de los gases que resultan de la descomposición de las plantas á que la hulla debe su origen. Formándose, sin duda, el methan después de cubierta la vegetación semicarbonizada por los estratos posteriores, se concentró ó acumuló en las partes más porosas de las capas, á favor de la presión de las rocas superpuestas y del calor interno de la tierra, penetrando en los poros de la hulla, como el agua en muchas rocas más ó menos permeables; la fuerza con que escapa á veces del combustible fósil en las labores subterráneas, constituyendo los llamados *bufadores*, es prueba de la presión, bajo la cual se halla retenido en los huecos de la hulla y de las rocas vecinas, y que equivale con frecuencia á varias atmósferas. Pero la tensión del gas varía mucho en diferentes capas, y también en partes diferentes de una misma capa; porque en muchos casos han dado lugar los levantamientos posteriores del terreno al afloramiento de una capa, ó las dislocaciones han establecido comunicaciones entre ella y la superficie, favoreciendo el escape parcial ó total del gas; de aquí que éste se desarrolle en una hullera con mucho mayor abundancia que en otra, ó se presente en sitios determinados de una mina, faltando por completo en otros puntos de ella.

Al desprenderse de la hulla en las minas el gas de pantanos, tiende por el pronto, y en virtud de su menor densidad, á acumularse en las partes más elevadas de las excavaciones; y como antes de su mezcla con el aire, puede inflamarse y consumirse sin producir explosión, la primera idea que tuvieron los mineros para librarse de él, fué pegarle fuego de vez en cuando. Al efecto, y antes de penetrar los trabajadores en la mina, un obrero, protegido por un traje de cuero mojado y cubierta la cara con una careta, se arrastraba por el suelo de

las galerías, dando luego al gas en las partes altas, por medio de un largo palo con una luz en uno de sus extremos. Mas como quiera que tarde ó temprano el gas inflamable se difunde por la atmósfera, y que basta una cantidad equivalente á la décima parte del volumen del aire para constituir una mezcla sumamente explosible y peligrosa, es de evidencia la exposición de un modo tan primitivo, condenado ya y terminantemente prohibido hace tiempo en todas partes, salvo en nuestro país, donde se practica todavía en algunas minas de la provincia de Palencia y en la cuenca de Villanueva del Río, con la circunstancia agravante de que el «penitente,» como se llama al encargado de tarea tan peligrosa, lleva por única protección una espuerta sobre la cabeza. Aunque se han ensayado con posterioridad varios inventos ingeniosos, encaminados á destruir por combustión el gas de pantanos, sin peligro para los mineros, los resultados no han sido satisfactorios, y se ha afirmado cada vez más la opinión de que la seguridad en la hulleras depende, ante todo, de una ventilación activa y de evitar que las luces necesarias para el alumbrado se pongan en contacto con los gases inflamables.

El problema de la ventilación de las grandes hulleras es bastante complejo, pero se resuelve satisfactoriamente, merced al empleo de hornos dispuestos en el fondo ó en la boca de determinados pozos y con destino á calentar la corriente de aire saliente; ó bien, y éste es el procedimiento más común, mediante poderosas bombas atmosféricas ó enormes ventiladores centrífugos movidos á vapor. Estos ventiladores, que se instalan junto á la boca del pozo y obran por aspiración, se construyen de diferentes maneras, prefiriéndose los de *Latoret*, *Waddle*, *Rittinger*, *Combes*, *Guibal*, *Fabry* y *Pelzer;* la fig. 90 representa en sección vertical uno de Guibal, con su máquina motora; de su misma clase funcionan actualmente en Europa más de 350, de 4 á 13 metros de diámetro. En las labores subterráneas se favorece al mismo tiempo la ventilación, por medio de cerramientos herméticos de mampostería y puertas de madera ó hierro, situadas en determinados puntos de las galerías, y que obligan á la corriente de aire á seguir cierta dirección. No puede precisarse con fijeza la cantidad de aire fresco y puro que necesita una mina; pero se considera, por lo general, como suficiente en las hulleras, la de 108 á 216 metros cúbicos por hombre y hora; de modo que según los casos, y tratándose, por ejemplo, de 200 operarios en los subterráneos, es preciso hacer pasar por éstos la friolera de 518.400 á 1.036.800 metros cúbicos de aire en las veinticuatro horas. Concretándonos á un solo caso comprobado, circulan constantemente por las extensas labores de la célebre hullera de Hetton (Inglaterra), con una velocidad de seis metros por segundo, 196.000 pies cúbicos de aire puro por minuto, que equivalen á unos 326.600 metros cúbicos por hora.

En cuanto al alumbrado en las minas de hulla, era común en Inglaterra, durante la segunda mitad del siglo último, el empleo del llamado «molino de ace-

ro,» cuyo disco producía, al girar rápidamente y rozar un pedazo de pedernal, una sucesión de chispas que iluminaban el subterráneo; pero semejante procedimiento no estaba exento de peligro, pues las chispas inflamaban á veces el hidrógeno carbonado. Posteriormente se ensayaron sustancias fosforescentes que daban una luz débil durante cierto tiempo, hasta que en el año 1815 resolvieron el problema del alumbrado en presencia de gases inflamables, el célebre químico

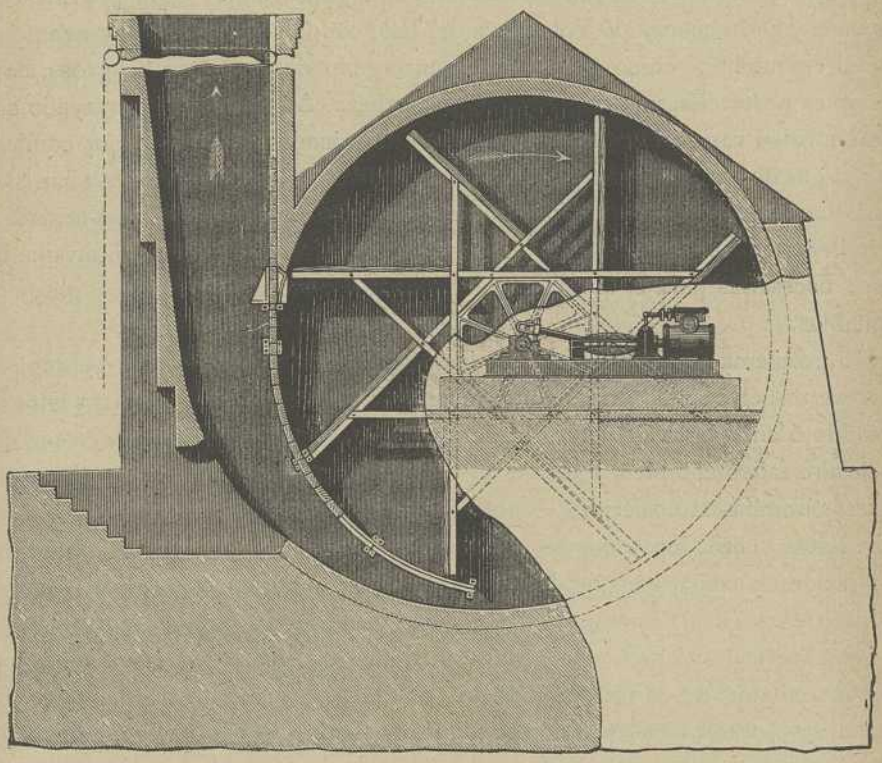


FIG. 90.—Ventilador de Guibal.

inglés *Davy* y el no menos famoso ingeniero *G. Stephenson*, constructor de la primera locomotora de adhesión. La invención de la *lámpara de seguridad* se atribuye generalmente á Davy solo; pero es un hecho que Stephenson construyó independientemente en el mismo año una lámpara basada en un principio análogo, si no idéntico; en ella arde la luz dentro de un cilindro de tela metálica, sin que la combustión se propague á través de la tela al aire exterior, mezclado con hidrógeno carbonado, por más que la mezcla penetre en el cilindro atravesando sus mallas, y pueda inflamarse en el interior. Se debe semejante fenómeno á que la intensidad del movimiento molecular que llamamos calor, disminuye considerablemente al transmitirse al metal, al punto de impedir que se propague la combustión del gas al exterior de la tela. La primera lámpara de Davy consistía sencillamente en un cilindro de tela metálica, cerrado en su parte

superior, y colocado sobre una vela encendida rodeada por un pegote de arcilla, como indica la fig. 91; luego se le dió la forma representada en la fig. 93, y como el cilindro de tela interceptara demasiado la luz, llegó á sustituirse por uno de vidrio con una cubierta de tela metálica (fig. 92); pero la construcción resultaba demasiado frágil, y después de repetidas modificaciones y mejoras, y sin perjuicio de perfeccionamientos ulteriores, se emplean hoy las lámparas de *Mueseler* (figura 94), *Dubrulle* (fig. 95), *Morison* y otros. En ellas se quema, por lo común, aceite animal ó vegetal; pero recientemente se ha ensayado el petróleo, construyendo lámparas á propósito (fig. 96). No es posible decidir en absoluto cuál es la lámpara más segura, pues los ensayos sistemáticos hechos con tal objeto no ofrecen resultados concluyentes; pero aparte de esto, se ha demostrado hace poco que las lámparas más perfectas de esta clase distan mucho, en ocasiones, de ofrecer la seguridad que se les atribuye.



FIG. 91.
Forma primitiva de la lámpara de seguridad.

Según los experimentos hechos por Davy, y repetidos posteriormente, se sabe que la lámpara de seguridad acusa la presencia en el aire de determinadas proporciones de methan ó gas de pantanos, prolongándose y mudando de color su llama, y activándose la combustión hasta cierto punto; indicaciones que permiten al minero retirarse de una atmósfera peligrosa, á tiempo para evitar una catástrofe. A pesar de esto, venían repitiéndose con lamentable frecuencia las explosiones en las hulleras, y si bien cabía atribuir algunas de ellas al descuido ó la imprudencia temeraria de los operarios, ora en el manejo de su lámpara, ora en la pega de un barreno, las precauciones minuciosas adoptadas en todas partes no permitían dudar de la existencia de otras causas determinantes más ocultas. Hace diez años los Gobiernos francés, inglés, belga y alemán encargaron el estudio de cuestión tan vital á Comisiones especiales de los hombres más competentes, y de las investigaciones practicadas, sin perdonar medios ni gastos, resulta, entre otros hechos, que el

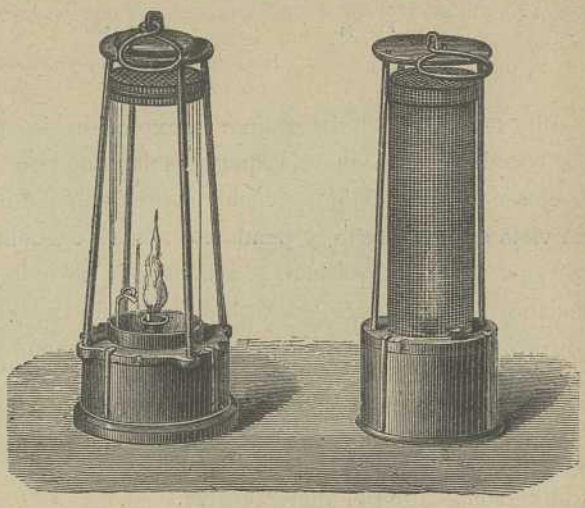


FIG. 92. FIG. 93.
Primeras mejoras de la lámpara de seguridad.

polvo de hulla suspendido en el aire, no sólo puede agravar en cierto límite una explosión de hidrógeno carbonado, sino determinar ó generalizar en todas las labores de una mina una explosión que sin él no hubiera tenido lugar, ó hubiera quedado localizada y ser de poca importancia.

Dado el contacto de una llama ó del fogonazo de un barreno en presencia del polvo de hulla, la inflamación de una mezcla de methan y aire, circulando con una velocidad de uno á cinco metros por segundo, resulta más rápida é intensa, y se propaga mucho más que en ausencia de dicho polvo; y si éste

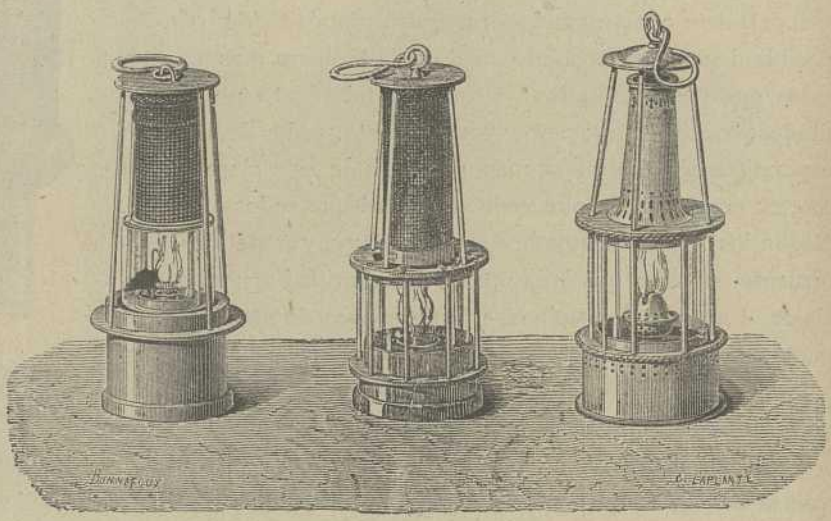


FIG. 94. FIG. 95. FIG 96.

Lámparas de seguridad perfeccionadas.

es muy tenue, puede determinar la explosión de una mezcla que contenga un 2 por 100 de methan, mezcla que no solamente *no* es inflamable por sí, sino que *no* ejerce influencia alguna visible sobre la llama de una lámpara de seguridad. En vista de este hecho, y pendiente aún el descubrimiento de medios más eficaces para combatir el mal, se recomienda en todo caso humedecer de continuo las labores de beneficio en las hulleras, á fin de evitar el levantamiento del polvo (promovido constantemente por la ventilación tan activa en estas minas) y prescindir del empleo de materias explosivas en la excavación del carbón. Hulleras hay en las que se halla terminantemente prohibida la pega de barrenos, arrancándose el mineral con cuñas y por otros medios, y es de esperar que esta prohibición acabe por generalizarse.

Entretanto, y vista la ineficacia relativa de las llamadas lámparas de seguridad, muchos buscan en la electricidad nueva y radical solución del problema de alumbrar, sin peligro, las minas de carbón. La instalación de series de luces eléctricas fijas en pozos y galerías generales de transporte, no ofrecen myores

dificultades que en las calles y edificios de una población, y este medio de alumbrado se halla ya establecido en varias grandes hulleras, con lámparas de

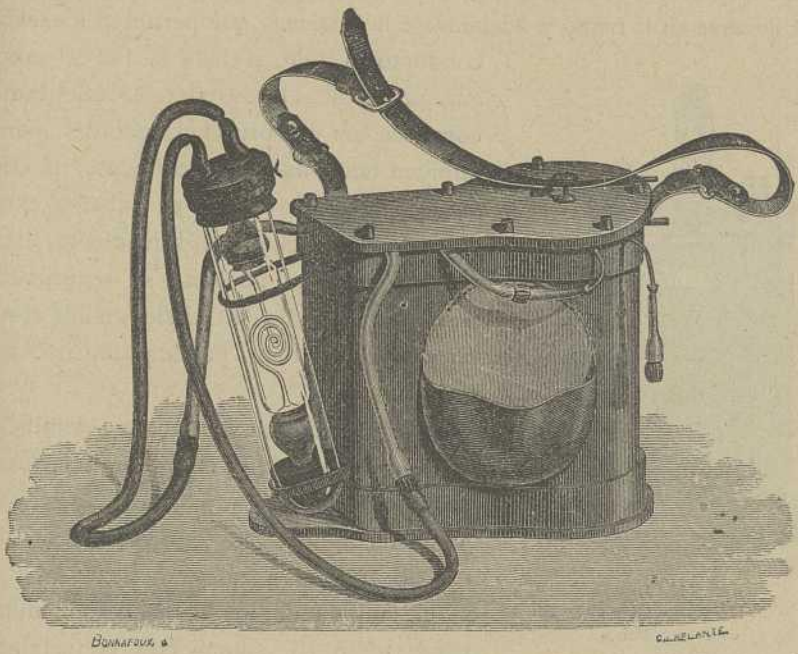


FIG. 97.—Lámpara eléctrica portátil de Benoit y Dumas.

Swan, Brush y Edison. Pero no se puede prescindir en dichas minas de lámparas portátiles, y en este terreno ofrece serias dificultades la aplicación práctica

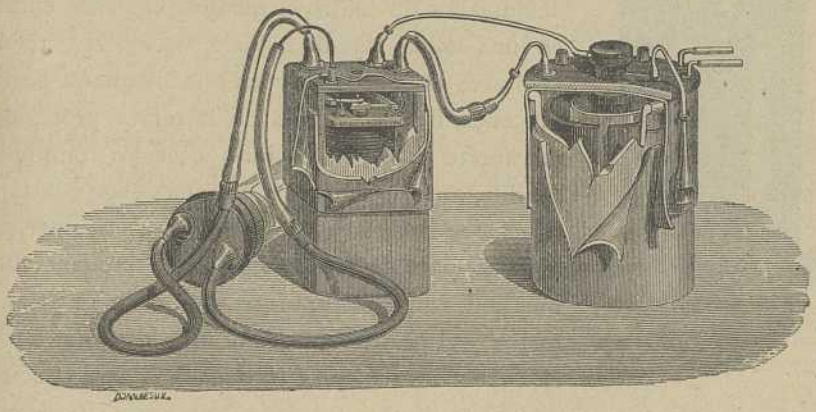


FIG. 98.—Partes componentes de la lámpara eléctrica de Benoit y Dumas.

de la electricidad. Los franceses *Benoit* y *Dumas* han construído un aparato (figuras 97 y 98) que puede llevarse sujeto á la cintura, y que se funda en el conocido fenómeno de los tubos de Geissler (explicado en el tomo II de esta

obra); compónese, en lo esencial, como indica la fig. 98, de un elemento galvánico de bicromato de potasa, una bobina de inducción de Ruhmkorff, y de un tubo de Geissler con nitrógeno, que constituye la lámpara propiamente dicha y puede llevarse en la mano y adelantarse la distancia que permiten los alambres conductores. Pero si bien la luz es suficiente, aunque débil, el peso de seis kilogramos, la complicación y el precio elevado del aparato le impiden tener un valor realmente práctico, de modo que sólo se emplea en trabajos excepcionales de reconocimiento, salvamento, etc.; además, tampoco es absoluta su seguridad, pues si se rompe el tubo de Geissler en una atmósfera cargada de methan, puede producirse una explosión.

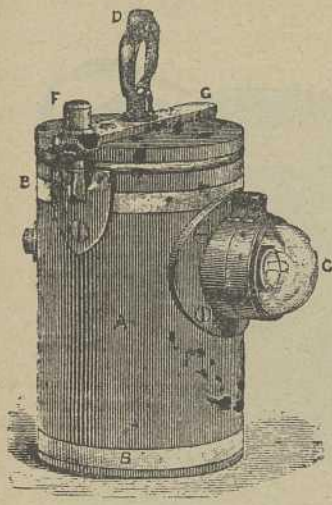


FIG. 99 —Lámpara eléctrica portátil de Swan y Edison.

Mucho más práctico, aunque también susceptible de mejora, es el sistema recientemente introducido, de la Compañía de *Edison* y *Swan*, que se ha aplicado ya, con ventaja, en algunas hulleras inglesas y norteamericanas. Se funda en el empleo de los llamados acumuladores (véase tomo II), suponiendo la instalación ó existencia en el establecimieuto minero de una fuente (dinamo ó batería) de electricidad, necesaria para la recarga. La lámpara portátil (fig. 99) está construída para dar una luz equivalente á la de una bujía normal durante diez á quince horas, y consiste en un acumulador de cuatro elementos (fig. 100), encerrado en una sólida caja de madera (fig. 99 *A*), reforzada con aros metálicos *B*, y en una lamparita de incandescencia fija en un lado de la caja y protegida por una fuerte cubierta de vidrio *C*, cuyo rompimiento, posible, aunque difícil, no entraña peligro; la tapa de la caja se halla sujeta por la barra *F G*, provista del anillo *D* para llevar la lámpara en la mano. Las dimensiones son 18 centímetros de alto por 11 de diámetro, y el peso no excede de tres kilogramos y cuarto; para cargarla con electricidad se saca el acumulador y se le aplica la corriente de la fuente durante nueve horas. En cuanto al precio, una sola lámpara cuesta 36 pesetas; pero se hacen, naturalmente, rebajas tratándose de un número considerable como el que se necesita en una mina de carbón, y, de todos modos, semejante gasto es cuestión secundaria cuando se trata de la seguridad de tantas vidas.



FIG. 100.—Acumulador de la lámpara de Swan y Edison.

INCENDIOS

Dada la combustibilidad de los carbones fósiles, se comprende fácilmente que un descuido de los encargados de calderas de vapor ú hornos de ventilación en los subterráneos, la inflamación de bufadores de gas y las explosiones de que hemos hablado, pueden dar margen á que se prenda fuego á una capa de hulla ó lignito. Pero sucede á veces que estos combustibles se inflaman espontáneamente, ora en virtud de la descomposición de la pirita que contienen, ora de la absorción de oxígeno por la hulla; causas ambas que pueden producir un desarrollo de calor suficiente para determinar un incendio. Los fuegos subterráneos, debidos á las causas citadas primero, se evitan ejerciendo la vigilancia necesaria sobre hornos, lámparas, etc.; contra la inflamación espontánea, lo mejor es tener muy limpias las labores de beneficio, evitando toda acumulación de hulla arrancada, especialmente la menuda. En el momento de iniciarse un incendio se logra dominarlo á veces por medio del agua, ó, mejor, cubriendo con arcilla la masa inflamada; pero cuando el fuego se ha propagado á la mina, no hay otro recurso que aislar en lo posible la parte incendiada, levantando cerramientos ó diques en las galerías, á fin de evitar que penetre el aire. Si esto no basta, precisa abandonar la mina durante algún tiempo, después de cortar ó tapar los pozos y cualquiera otra comunicación con la superficie, y en casos extremos se suele apelar al medio de introducir grandes cantidades de ácido carbónico ó vapor, ó bien se procura inundar completamente con agua las labores.

Sin embargo, estos medios radicales no surten siempre el efecto deseado, y el incendio subterráneo continúa durante años y hasta siglos. En el importante distrito hullero de Zwickau (Sajonia) ardía todavía hace poco, á la profundidad de 62 metros, una poderosa capa de hulla que se incendió hace trescientos ó cuatrocientos años; todos los medios, incluso el de la inundación, puestos repetidamente en práctica para extinguir el fuego, resultaron ineficaces, y si hoy está apagado es, sin duda, porque se ha consumido ya por completo. El calor que se propagaba hasta la superficie era tal, que no sólo se derretía la nieve apenas tocaba al suelo, sino que á corta profundidad podían cocerse huevos; y como no hay mal que por bien no venga, según reza el refrán, se han aprovechado desde el año 1837 los vapores calientes que emanaban del suelo para la calefacción de grandes invernáculos, en los que se producía buena cantidad de frutas meridionales. También hace muchos siglos que arde, cerca de Duttweiler (Baviera), un depósito de hulla de cuatro metros de espesor, ofreciendo el monte que lo domina el aspecto de un volcán, pues de sus grietas se escapan densos vapores sulfurosos, amoniacales, etc., y el esquisto arcilloso que constituye el

terreno queda cocido y rojo como el ladrillo. En Bohemia y Hessen hay también muchos casos de incendios de capas de lignito, y es posible que algunas aguas termales alemanas, como, por ejemplo, las de Ems, deban su elevada temperatura á semejantes fuegos subterráneos. En las cuencas hulleras de Silesia existen capas incendiadas hace muchos años; una hullera del condado de Stafford (Inglaterra), que ardía desde hace tiempo, y cuyo calor se sentía en la superficie, dió lugar, hasta que se apagó, á la cría en grande escala de plantas exóticas al aire libre; cerca de Saint-Etienne (Francia) arde también, hace siglos, una capa de hulla, prestando á la comarca un aspecto volcánico; recordaremos, por último, que, hace algunos años, estaba ardiendo un importante criadero en la cuenca de Belmez.

ESTADÍSTICA

Para dar á nuestros lectores idea de la importancia que ha adquirido la explotación de los carbones fósiles, terminaremos este capítulo con algunos datos estadísticos relativos á las principales cuencas hulleras del mundo.

A pesar de la actividad febril con que se arranca la hulla en Inglaterra y Escocia desde principios de este siglo, la producción anual sigue en aumento, y excede, con mucho, á la de los demás países europeos juntos, pues se eleva actualmente á más de 160 millones de toneladas métricas, de las que corresponden unos 22.000.000 á Escocia, y 130.000 á Irlanda. La extensión de las cuencas de la Gran Bretaña equivale á unos 26.000 kilómetros cuadrados, contándose unas 3.800 minas distintas, que emplean más de 500.000 operarios. Alemania posee también valiosos depósitos de carbones, que cada día se explotan con mayor actividad, y rinden ya la mitad próximamente de la producción inglesa, ó sea unos 60 millones de toneladas de hulla y 20 de lignito. En Austria-Hungría es menos considerable la riqueza, y la producción no excede de la cuarta parte de la alemana, hallándose hoy en igual caso Francia y Bélgica, cuyas cuencas hulleras son relativamente limitadas. Rusia, que cuenta importantes cuencas carboníferas, produce unos cuatro millones de toneladas de hulla y antracita, mientras que en Italia, poco favorecida por la naturaleza en este concepto, sólo se arrancan unas 165.000 toneladas de antracita y lignito.

España, en cambio, posee una riqueza en carbones fósiles muy atendible, aunque reducida si se compara con la de Inglaterra y Alemania; pero su explotación no ha adquirido hasta ahora el desarrollo de que es capaz y que debiera tener, siquiera para satisfacer las necesidades, bien exiguas por cierto, de la industria y el tráfico nacionales. No se acude á ella con los capitales y medios mecánicos necesarios, por lo que los precios del producto á boca de mina resultan elevados; y si á esto se añade la falta de vías de comunicación en ciertos distritos, y las tarifas excesivas establecidas por las Compañías de los ferroca-

rriles para el transporte dentro de la Península, no es extraño que los carbones ingleses compitan ventajosamente con los nuestros, importándose en cantidad igual ó superior á la que se arranca del suelo patrio. Y no se crea que exageramos, pues en 1881 ascendió nuestra producción total de hulla, según la estadística publicada, á 1.171.410 toneladas tan sólo, mientras que en aquel año se importaron precisamente 1.001.298 de hulla inglesa. Cuando vemos que Bélgica, por ejemplo, con cuencas carboníferas próximamente iguales, y acaso inferiores por su extensión total, y al mismo tiempo muchísimo más profundas y de acceso mucho más difícil que las nuestras, produce anualmente de 17 á 18 millones de toneladas de hulla, no parece mucho pedir que nuestra producción se aumente siquiera hasta los dos millones que, al parecer, se consumen en la actualidad en el país. También pudiera aumentar notablemente la producción de lignito, en beneficio de la industria y de la calefacción doméstica, tan necesitada de combustibles convenientes y baratos.

Nuestras cuencas hulleras más importantes, á juzgar por su explotación actual, son las de las provincias de Oviedo (Mieres y otros puntos), Palencia (Barruelo y Orbó) y Córdoba (Belmez y Espiel), con 463 minas en actividad, que emplean unos 7.000 operarios; se extrae además alguna hulla en las provincias de Sevilla, Gerona, Ciudad Real y León; el lignito constituye una verdadera riqueza en la isla de Mallorca, y se explota también en escala reducida en algunas provincias de la península. He aquí los datos estadísticos relativos á la producción de hulla y lignito en España durante el año 1885, que, lejos de acusar aumento, resulta, por desgracia, algo inferior á la de los años 1884 y 1881.

HULLA			LIGNITO		
PROVINCIAS	Minas.	Producción. — *Toneladas.*	PROVINCIAS	Minas.	Producción. — *Toneladas.*
Oviedo.....	389	434.871	Baleares.....	5	9.130
Palencia.....	63	168.039	Guipuzcoa.....	4	5.235
Córdoba.....	11	153.096	Barcelona.....	3	5.161
Sevilla.....	15	70.400	Lérida.....	5	4.962
Gerona.....	1	43.780	Teruel.....	8	884
Ciudad Real.....	3	38.640	Santander.....	2	680
León.....	16	10.446	Vizcaya.....	1	322
Burgos.....	2	86	Oviedo.....	8	51
Lérida.....	1	82	Logroño.....	4	39
Totales.....	501	919.440	*Totales*.....	40	26.464

El estado siguiente ofrece, según los datos reunidos por Spallart, la producción anual de carbones fósiles *(expresada en millones de toneladas métricas)*, correspondiente á los principales países productores de Europa, y años de 1873

á 1882. Agregamos también la de los Estados Unidos, durante el mismo período; pero debemos advertir que el incremento que toma allí la minería hullera es tal. que mientras en 1882 se limitó la producción á poco más de 88 millones de toneladas, en 1885 alcanzó la enorme cifra de 162 millones, ó sea 65.308.216 toneladas de hulla y 96.931.775 de antracita.

PAÍSES	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1882
Gran Bretaña.....	129.0	127,1	133,9	135,4	136,8	134,8	135,8	149,3	158,8
Alemania.....	46,1	46,4	47,8	49,5	48,2	50,5	53,5	59,2	72,0
Francia.....	17,5	17,0	10,9	17,0	16,8	16,9	17,1	19,4	20,8
Bélgica	15,8	14,7	15.0	14,3	13,7	14.9	15,4	16.9	17,5
Austria.....	11,9	12,3	12.8	13.4	13.6	13.9	14,9	16,9	18,0
Estados Unidos.....	51,3	48,6	48,3	49,8	55,2	52,9	63,8	70,3	88,2
Totales.....	271,6	266,1	274,7	279,4	284,3	283,9	300 5	331,1	373,5,

Si además de los países incluídos en este estado tenemos en cuenta á España, Rusia Europea y Asiática (Siberia produce más de un millón de toneladas de hulla), otros varios países americanos y asiáticos, el Japón, Australia y Nueva Zelanda, que también contribuyen con su cuota, la producción total de carbones fósiles se eleva actualmente en el globo á unos 470 millones de toneladas anuales. En vista de una extracción tan enorme, que aumenta de año en año, se ha suscitado el problema de la duración probable de las existencias subterráneas de materias combustibles tan preciosas, y los ingleses, con el sentido práctico que les distingue, han hecho repetidos cálculos, fundados en datos positivos, respecto de los carbones que existen aún en las diferentes cuencas de su país. Considerando como inexplotables (por el calor, las dificultades mecánicas, etc.) las capas de hulla que se encuentran á una profundidad mayor de 1.300 metros, el combustible fósil aprovechable en Inglaterra y Escocia puede evaluarse en unos ochenta mil millones de toneladas; de modo que tomando como norma la producción anual de hoy, es decir, 160 millones de toneladas, resulta que los ingleses tienen todavía carbones para 500 años. En cuanto al resto de Europa, los países que hoy producen más tienen todavía enormes reservas, y en Rusia yacen inmensos depósitos sin explotar. Además poseen grandes cuencas carboníferas Siberia, India y Birmania; la riqueza en carbones de la China es también inmensa, y su explotación se halla en la infancia; en el Japón, las Filipinas, Borneo y Sumatra se conocen depósitos considerables de hulla, de la que Australia posee gruesas capas, cuya extensión es muy superior á la de las inglesas; asímismo abunda dicho combustible en Tasmania y Nueva Zelanda, y aún quedan por ver las riquezas carboníferas que en su seno esconde el inmenso continente africano. Por último, América no va en zaga al antiguo mundo: sin ha-

blar de las hullas de Groenlandia, existen en el Canadá depósitos casi sin explotar, y muy superiores, por su extensión, á los de las islas Británicas; las inmensas cuencas hulleras y antracitíferas de los Estados Unidos que hoy se explotan, son muy capaces de sostener la producción actual durante miles de años, existiendo, sin duda, otras por descubrir; la isla de Cuba tiene depósitos de hulla, lo mismo que Honduras y Costa Rica; en Venezuela ha empezado la explotación de dicho combustible, que también se presenta en abundancia en las provincias meridionales del Brasil, y en el Mediodía de Chile, donde hay valiosos depósitos de hulla y de lignito.

PETRÓLEO, ASFALTO, ETC.

Entre los combustibles fósiles se cuentan en primera línea, por su importancia, los aceites minerales ó compuestos hidrocarbónicos líquidos ó viscosos, comprendidos bajo el nombre de petróleo, el *oleum petræ*, ó aceite de piedra, de la antigua farmacopea. No cabe duda de que dichos productos, acumulados en determinadas rocas, provienen de sustancias orgánicas; pero acerca de su formación sólo podemos hacer conjeturas más ó menos verosímiles. Es posible que en algunos casos sea el petróleo un producto de la destilación de la hulla; pero dadas las enormes cantidades de aceite que contienen ciertas formaciones geológicas, y la falta en ellas del carbono sólido que debiera existir como residuo de la destilación de las plantas correspondientes, cuya acumulación, por otra parte, en la proporción adecuada, no es concebible, es más probable que el petróleo deba su origen á la descomposición de restos animales, y su destilación sea promovida por el calor interior de la tierra.

Son muchas las comarcas, así del Antiguo como del Nuevo Mundo, donde la tierra suda, digámoslo así, aceite ó betún, con mayor ó menor abundancia; tal sucede en nuestras provincias de Burgos y Guadalajara, en varios puntos de Italia y Grecia, en el Jura suizo, varios departamentos de Francia, el Norte de Inglaterra, en Alsacia, Baviera, Brunswick, Hannover y el Holstein, en Galitzia, la Bucovina, los Cárpatos húngaros, Croacia, Transilvania y Rumania, y más especialmente en el Mediodía de Rusia, es decir, en la Crimea, las llanuras del Volga, el Cáucaso y la península de Apscheron, en la costa occidental del mar Caspio. La isla de Tscheleken, en la costa oriental de dicho mar, abunda también en petróleo, y lo propio sucede en varias partes de la Turquía Asiática, Persia, Birmania, las islas de la Sonda, China, el Japón y Siberia. Tampoco carece de él Australia, y Livingstone lo ha descubierto en el centro de África. En el continente americano se encuentra el petróleo, no sólo en los Estados Unidos—Pensilvania, Ohío, Indiana, Illinois, Michigán, Virginia occidental, Texas, Kentucky, Tennesee, Missouri, Kansas, Nevada, California, Oregón, Colorado

y Montana,—sino también en los dominios del Canadá, en Méjico, las Antillas, el Ecuador, Perú, Bolivia, el Brasil y la República Argentina.

En la mayoría de las comarcas citadas fué consecuencia la explotación de aceites minerales de los descubrimientos y fabulosos resultados obtenidos en los Estados Unidos hace veinticinco años; pero también se conocía y empleaba el petróleo en la antigüedad. La isla jónica de Zante surtía de él á parte de Grecia, y el petróleo de Agrigento (hoy Girgenti), conocido con el nombre de aceite siciliano, se quemaba en las clásicas lámparas de aquellos pueblos. Hasta en el siglo XVIII se utilizaba el petróleo procedente de Amiano, cerca de Parma, en el alumbrado de algunas ciudades italianas, entre ellas Génova. Siglos hace que los gueberes persas é indios establecieron en la pequeña península de Apscheron (Baku), á orillas del Caspio, un santuario para la adoración del «fuego eterno ó sagrado» que allí arde, mantenido constantemente por las emanaciones de hidrógeno carbonado, procedentes de depósitos subterráneos de petróleo. El fenómeno se observa principalmente á unos 10 kilómetros al Este de la ciudad de Baku, levantándose las llamas sin humo ni olor hasta la altura de unos seis metros sobre la superficie de la roca, saliendo de una grieta ú hoyo de 38 metros de longitud y tres de profundidad, á cuyo lado se hallaba antiguamente el templo parsi. En toda esa región, y en un radio de dos kilómetros, basta excavar un poco el terreno para que encuentren salida los gases; no se inflaman espontáneamente, pero si se encienden, siguen ardiendo hasta que se echa tierra en la excavación. Los shahs de Persia se aprovecharon también muy pronto de las fuentes de nafta (la especie más volátil de petróleo), pues se ha hallado recientemente una inscripción árabe, según la cual fueron descubiertas dichas fuentes en el año 1003 de la hégira (1625 de Cristo), y cedidas en arrendamiento por el monarca. Desde el año 1812 han sido explotadas estas fuentes de petróleo y las del territorio transcaucásico, por el Gobierno ruso, produciendo, por término medio, unos 58.000 hectolitros al año; pero en 1872 fueron vendidas las de Baku á una Sociedad industrial que las explota actualmente en gran escala. Sólo en la isla de Tscheleken, frente á Baku y en la costa opuesta del Caspio, se encuentran 3.500 manantiales de petróleo. La zona petrolífera rusa no se halla circunscrita á Baku y sus inmediaciones, sino que comprende además la provincia caucásica de Daghestán, desde donde es probable que se extienda al Norte hasta la ciudad de Kasán, sobre el Volga, comprendiendo las regiones de Astrakán, Samara y Simbirsk, y al Este por el gran territorio transcaucásico. Al Sur del Caspio se continúa dicha zona en Persia hasta el Arabistán.

La explotación del petróleo, sin embargo, no tomó gran desarrollo hasta que el producto americano comenzó á inundar los mercados europeos, compitiendo ventajosamente con los medios de alumbrado entonces en uso. Lo mismo que en Europa, conocíanse en muchos puntos de América fuentes de petróleo, que se aprovechaban desde hace tiempo en pequeña escala. A princi-

pios de este siglo se empleaba allí dicho producto en medicina, pagándose á razón de 16 duros por *gallon*, ó sean 3,78 litros; y aún por el año 1850 el aceite mineral extraído en Escocia de una masa bituminosa que se presenta en las hulleras, así como el que resultaba de la destilación del asfalto de Trinidad, sostenía sin dificultad la competencia con el petróleo de los Estados Unidos. Pero por entonces tuvo George Bissel la idea de explotar los depósitos subterráneos de petróleo por medio de pozos artesianos; y aunque su primer ensayo, verificado en 1859, fué infructuoso, dando motivo para que las gentes se burlasen de la empresa, logró poco después, mediante un nuevo sondeo, alumbrar más de 3.000 litros de petróleo diarios.

Tal fué el primer impulso que produjo la indescriptible fiebre petrolera que se apoderó en los Estados Unidos de tantas gentes, manifestándose desde luego en las especulaciones y empresas más estrafalarias, pleitos, loterías y demás. El permiso para abrir un agujero de 10 centímetros de diámetro se obtenía de los dueños del terreno pagando precios exorbitantes; muchos ensayos resultaban vanos, otros eran coronados por el éxito, y hubo casos en que un aventurero se hacía millonario al cabo de algunos meses. Al principio bajó el precio de un *gallon* de petróleo á 40 ó 45 céntimos de peso; pero subió después á 70 céntimos en vista de una pequeña disminución en el rendimiento de los numerosos pozos. En el verano de 1860 recibió la nueva industria impulso fabuloso, á consecuencia de un suceso inesperado. Hasta entonces todos los pozos se habían profundizado hasta un nivel determinado, alumbrándose el petróleo por medio de bombas; pero un día se penetró con un pozo nuevo á más profundidad que de costumbre, atravesando una capa desde la que se lanzó el aceite con violencia hasta la superficie, á impulso de los gases aprisionados, y en cantidad tal que, por el pronto, no se encontraban vasijas suficientes para contenerlo. Como era de suponer, se profundizaron más los pozos existentes, y hubo alguno que produjo 3.000 barriles, ó sean 4.500 hectolitros de petróleo diarios. Con el aceite salían gases inflamables, que se aprovechaban en muchas localidades como medio de calefacción y alumbrado, y que á veces producían verdaderas erupciones en determinados pozos, lanzando el petróleo á más de 30 metros de altura. Al cabo de un año se alumbraba el aceite por más de dos mil pozos, y en 1867 existían 380 Sociedades explotadoras de petróleo, algunas con capitales de cinco y hasta diez millones de pesos. En 1861 apenas pasaba de de 38.000 hectolitros la cantidad de petróleo exportada de los Estados Unidos; en 1866 alcanzó la cifra de 2.551.500 hl., y en 1885 llegó á 21.722.450: la producción total se evalúa en 64 millones de hectolitros.

La fig. 101 ofrece una vista de algunos pozos de la célebre región de *Oil Creek* (río del aceite) en Pensilvania, tomada en los primeros años de la explotación. Sobre los pozos se levantan los andamios que servían para los trabajos del sondeo; los dos pozos que se ven en el primer plano, y pertenecen á dueños

distintos, son los llamados de Woodford y de Phillips; la abundancia de este último fué enorme, pues durante muchos años produjo anualmente de 4.000 á 5.000 hectolitros de petróleo. En los primeros años se envasaba directamente este producto bruto á la boca de los pozos, de donde pasaba á los mercados; pero en dicho estado es el petróleo demasiado volátil é inflamable, y en vista de desgracias que se repetían, el Gobierno prohibió la venta de aceite mineral que desarrolle gases inflamables á una temperatura inferior á 38 grados. La

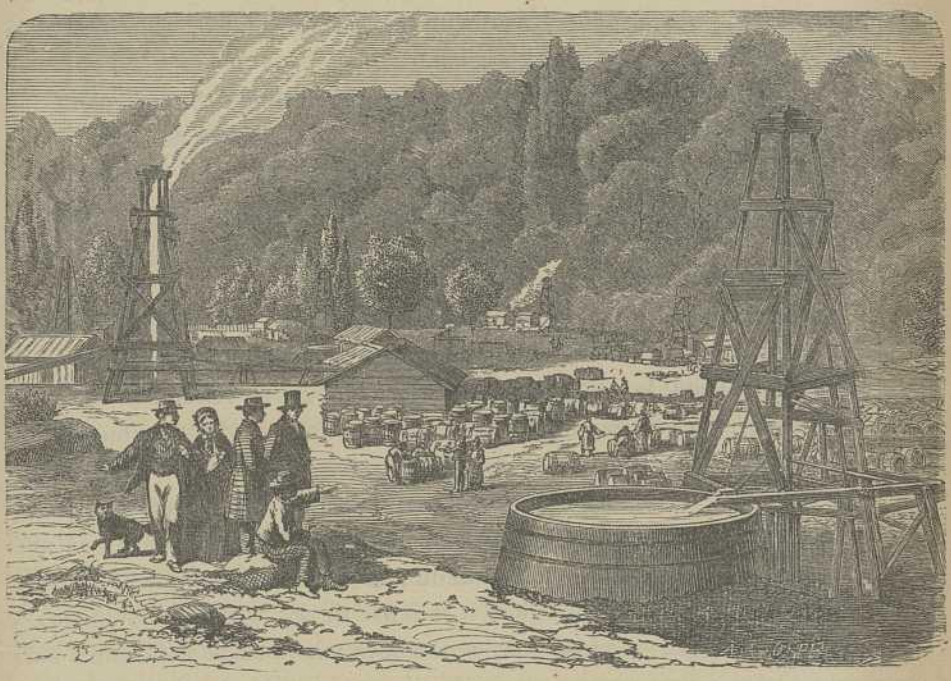


FIG. 101.—Explotación del petróleo en Pensilvania (Estados Unidos).

consecuencia inmediata fué la creación de una nueva industria, ó sea la de la refinación del petróleo bruto, para la cual se establecieron en Pensilvania más de 39 Sociedades, á cuyas fábricas afluye el aceite desde los pozos por sistemas de tubos de hierro, que en 1876 tenían un desarrollo de 3.351 kilómetros. Esta cifra parece exagerada, pero se explica teniendo en cuenta que no todas las refinerías se hallan en el distrito petrolífero, sino que las hay en diferentes puertos del lago Erie y del Atlántico, como Cleveland, Pittsburg, Baltimore, Boston y Filadelfia, es decir, á distancias considerables de aquél. La refinación consiste en un tratamiento del material bruto con álcalis y ácidos, y en una destilación que tiene por objeto separar los aceites de diferentes densidades.

La importante zona petrolífera de que hablamos se extiende desde el lago Ontario, al Suroeste, paralelamente á los montes Alleghany, hasta el valle del Kanawha menor, en Virginia, abrazando la parte occidental de los Estados de

Nueva York y de Pensilvania, asi como una parte del de Ohío; las fuentes de petróleo más abundantes se encuentran en los distritos de Mecca (Ohío), y Titusville, Oil City, Pithol-City, Rouseville y Macclintockville, en Pensilvania. El aceite se halla aprisionado en capas lenticulares de arenisca ó conglomerados cuarzosos, que yacen á diferentes niveles en los esquistos arcillosos correspondientes al sistema devoniano; las rocas del sistema carbonífero que cubren dichos esquistos no tienen petróleo, pero la sonda ha puesto de manifiesto la exiscia de depósitos de este aceite en capas que se encuentran de 200 á 333 metros más profundas que aquellos conglomerados y areniscas. La zona petrolífera de Pensilvania se continúa en el Canadá, al Norte del lago Erie, entre éste y los lagos Hurón y Ontario, y el petróleo abunda además en los Estados de Tennessee, Kentucky, Indiana y California. En la América meridional se extrae el petróleo en bastante cantidad en el Perú, encontrándose además en Bolivia, la República Argentina, Cuba y otras partes.

Cuando por el año de 1840 empezó á desarrollarse en Alemania, Francia y otros países europeos la destilación de esquistos bituminosos y algunas clases de carbones fósiles, para obtener la parafina y diferentes aceites minerales, llamaron sobre sí la atención las fuentes de petróleo de Galitzia, comenzándose la refinación del producto bruto y su empleo para el alumbrado doméstico. Pero tan corto fué el entusiasmo despertado, que la nueva industria tuvo durante años un carácter puramente local, hasta el punto de que, en 1854, no se enviaba al mercado de Viena más que la cantidad insignificante de 150 hectolitros de petróleo; semejante resultado, después de seis años de esfuerzos, parece ridículo, cuando recordamos el inmenso desarrollo que obtuvo un poco más tarde, y en el espacio de otras tantas semanas, la industria petrolera de los Estados Unidos. El aceite se explotaba por medio de pozos ordinarios, y en 1859, cuando se practicó el primer sondeo en Pensilvania, la producción total de la región austriaca pasaba apenas de 500 hectolitros. Más tarde se adoptó también en Galitzia el sistema de alumbramiento por pozos artesianos, y poco á poco tomó la explotación mayor incremento; aprovechóse además la ozokerita, ó cera mineral, que en aquella comarca se presenta y puede considerarse como un petróleo solidificado; hoy ya se eleva la producción anualmente á la respetable cifra de ocho millones de hectolitros. La zona petrolífera galitziana se extiende por las vertientes Norte y Nordeste de los Cárpatos, con una anchura de 20 á 30 kilómetros, y abraza más de 14.000 kilómetros cuadrados, ofreciendo, por lo tanto, un campo de explotación muy considerable. Existen además depósitos de petróleo en la vertiente meridional ó húngara de dichas montañas, y se explotan otros, con buen éxito, en Rumania.

Hace diez ó doce años que el Norte de Alemania fué teatro de un entusiasmo indescriptible, comparable, hasta cierto punto, con el que produjo en Pensilvania el descubrimiento del petróleo. En las bajas llanuras de Hannover, Lune-

burgo, Hamburgo, y la parte meridional del Holstein, manan del terreno en diferentes puntos pequeñas cantidades de betún y petróleo, que suelen acumularse en la superficie de aguas estancadas y se aprovechan desde hace siglos por los habitantes. En tiempos más recientes se ha tratado de la explotación en mayor escala de dichos productos, profundizando al efecto pozos artesianos, y en algunos casos se logró alumbrar una cantidad no despreciable de aceite; mas el producto americano, que ya inundaba los mercados europeos, entre otros Bremen y Hamburgo, distraía demasiado la atención, de modo que se hacía poco caso de las fuentes alemanas. Pero en 1879 algunos pozos, nuevamente profundizados por una empresa de Bremen, comenzaron á rendir petróleo en abundancia tal, que las gentes fueron de repente presas de una fiebre petrolera, parecida á la americana del año 60, y que también condujo á la creación de Sociedades industriales de sondeo, explotación, refinación, etc., y á la subida consiguiente del valor de terrenos yermos, que antes no tenían casi ninguno. Así como en Pensilvania había dado lugar el descubrimiento del petróleo á la creación del *Oil-City* (la ciudad del aceite), también en medio del extenso páramo de Luneburgo se erigió como por ensalmo una nueva población llamada Oelheim (casa ó patria del aceite (fig. 102), donde se levantaba toda una serie de torres de sonda. Poco á poco se calmó la efervescencia, cuando los accionistas comprobaron el hecho de que sus fuentes no podían compararse, en punto á abundancia, con las de allende el Océano; pero no por esto se abandonaron, y hay varias que rinden diariamente de 40 á 100 hectolitros de petróleo. En esta región, como sucede en la de Galitzia y otras muchas, no procede directamente el aceite de rocas primarias, cual acontece en Pensilvania, sino de terrenos secundarios y terciarios.

En Alsacia, así como en varios puntos de Francia, se extraen aceites minerales por la destilación de rocas calizas y areniscas más ó menos impregnadas de asfalto; pero esta industria se sostiene ya difícilmente por efecto de la gran competencia de los petróleos americanos y rusos. En efecto, desde que el Gobierno del czar enajenó en 1872 las célebres fuentes de Baku, la explotación, merced principalmente á la Sociedad fundada por Nobel, se ha desarrollado al punto de que la producción se eleva á 25 millones de hectolitros anuales, encontrándose ya el petróleo ruso en todos los mercados de Europa. Para su transporte y más rápida difusión desde la costa del mar Caspio, se han construído buques de vapor especiales, que constituyen grandes depósitos flotantes, cuyas calderas se alimentan con petróleo y no con carbón; en el puerto de Astrakán se traslada ó trasiega el aceite por medio de bombas, desde el buque á otros depósitos flotantes de menor calado, que se remolcan el Volga arriba hasta Zaryzin, en cuyo punto pasa directamente á calderas cilíndricas de hierro montadas sobre ruedas, y de este modo, es decir, sin necesidad de envases de madera y con un ahorro notable de tiempo y mano de obra, se traslada el petróleo por ferroca-

rril al interior, á los grandes almacenes centrales establecidos en diferentes puntos de Rusia.

Hemos dicho que los vapores del Caspio se alimentan con petróleo, y con este motivo debemos llamar la atención de nuestros lectores sobre la importancia del aceite mineral como sustancia motora. No sólo está demostrado, por ex-



FIG. 102.—Explotación del petróleo en Oelheim (Luneburgo).

perimentos llevados á cabo en Rusia y América, que el petróleo puede emplearse con ventaja como combustible en los generadores de vapor, aplicándose ya á las calderas de buques y locomotoras, sino que las máquinas motoras de petróleo, en las que éste obra directamente por explosión sobre un émbolo, cual sucede en los motores de gas del alumbrado, se perfeccionan cada día más y hallan hoy aceptación en muchas partes, en especial tratándose del desarrollo de fuerzas relativamente pequeñas.

Según Hué, la producción anual de petróleo en las diferentes partes del glo-

bo alcanzó en 1885 la cifra de 101.648.000 hectolitros, de los que corresponden 64 millones á los Estados Unidos; 1.440.000 al Canadá; 480.000 al Perú; 128.000 á Australia; 54.000 al Japón; 1.600.000 á la Birmania inglesa; 186.000 al territorio transcaucásico de Rusia; 25.000.000 á Baku; 80.000 al Cáucaso; 200.000 á Rumanía, 8.000.000 á Galitzia, y 480.000 á Alemania.

El *asfalto* es un producto natural, resultante de la oxidación y endurecimiento del petróleo, y su formación puede observarse en todas partes donde dicho aceite mineral mana del suelo. En la isla Martinica (Pequeñas Antillas) existe un manantial, cuyo petróleo, sometido á los ardientes rayos del sol, pierde con rapidez sus componentes volátiles, mientras que los restantes se asimilan oxígeno, convirtiéndose en asfalto, que se va acumulando en torno de la fuente, de modo que con el tiempo forma una verdadera valla alrededor de un pequeño lago. La isla de la Trinidad, situada todavía más cerca del Ecuador, ofrece un ejemplo mucho más interesante aún de esta formación asfáltica; en varios puntos de la costa constituye el asfalto grandes y elevadas masas negras que se adelantan en el mar; en el interior cubre dicha materia grandes extensiones del terreno, encontrándose un lago de betún natural casi circular y de unos dos kilómetros de diámetro, cuya superficie se halla cubierta por una espesa capa de asfalto, tan sólida, por regla general, que se puede caminar sobre ella, aunque, de pararse más de un minuto en un mismo punto, quedan impresas en su superficie las plantas de los pies. En el célebre Mar Muerto de Palestina, del que, según los autores antiguos, se extraía la «pez de Judea» que los egipcios empleaban para embalsamar sus muertos, flotan sobre las aguas, muy saladas y específicamente densas, masas de asfalto que proceden, al parecer, de manantiales bituminosos situados en el fondo del lago, y aparecen en mayor cantidad después de un terremoto, como ya observaron Estrabón, Diodoro Sículo y otros, y se ha comprobado después de los terremotos de 1834 y 1837.

Tal como se presenta en las localidades mencionadas, el asfalto es puro y constituye una masa de color negro de pez, fractura concoidea y brillo craso; pero generalmente se encuentra en forma de impregnación, ó sea diseminado en determinadas capas de rocas calizas, areniscas ó margosas, constituyendo del 5 al 12 por 100 de su masa. En algunas partes, como el Valle de Travers (Jura suizo), Lobsan (Alsacia), Dannemora (Suecia), Maestu (Álava), Torrelapaja (Zaragoza), Soria, etc., se explotan dichas rocas bituminosas utilizándose el producto en la formación de pavimentos, techos, etc., ó bien destinándolo para obtener aceites minerales. Las minas del Valle de Travers son actualmente las más productivas de Europa, rindiendo de 17.000 á 20.000 toneladas de mineral asfáltico al año; nuestra producción, en cambio, es, por desgracia, insignificante, reduciéndose en 1885 á 284 toneladas, en cuya extracción se ocuparon tan sólo once hombres. Para formar los pavimentos ó aceras de asfalto, se calienta el mineral pulverizado en una caldera, añadiéndole un poco de betún mineral y arena

fina y revolviendo bien la mezcla, que se extiende entonces en caliente sobre un piso formado previamente con hormigón hidráulico.

Otro producto natural, resultante tal vez de una transformación especial del petróleo, es el hidrocarbono sólido llamado *ozokerita* ó cera mineral; es una sustancia compacta ó fibrosa, de color amarillento, verdoso ó rojizo, muy parecida á la cera, que se encuentra principalmente y en cantidad considerable en la zona petrolífera de Galitzia y en la isla de Tscheleken, en el Mar Caspio, en cuyas comarcas es objeto de explotación y produce por destilación la *parafina*, una sustancia cerosa que se emplea en la fabricación de velas.



EXTRACCIÓN DE LAS SALES

Importancia de la sal común.—Su abundancia y distribución en la Naturaleza; manantiales salinos; sal marina; sal gema.—Extracción de la sal común de los manantiales salinos y de disoluciones subterráneas.—Explotación de la sal gema.—Célebres depósitos de Cardona, Wieliczka, Stassfurt y de los Alpes austriacos.—Aprovechamiento de las sales potásicas.—Bórax y ácido bórico.—Su extracción en Italia y California.

LA SAL COMÚN

La sal es una sustancia de las más preciosas, no sólo porque constituye el mejor de los condimentos, sino más especialmente por ser un alimento tan necesario para el hombre como el pan y la carne, y también porque es una de las bases esenciales de la técnica química y, por ende, de toda la industria moderna, que nos provee de tan innumerables artículos, así de primera necesidad como de lujo.

Cuando condimentamos nuestros manjares con la sal, no lo hacemos únicamente, como es vulgar creer, para producir el estímulo grato de nuestros órganos gustativos, sino principal, aunque por lo general inconscientemente, para responder á una necesidad fisiológica, para llenar una condición imprescin-

dible de todo el proceso vital. Nuestra sangre contiene sal, y esta sustancia es necesaria para la formación de nuestros huesos, y debe mezclarse con los jugos gástricos para que se verifique normalmente el cambio continuo de la materia en nuestro cuerpo, cambio que empieza con la digestión. Un hombre de 75 kilogramos de peso contiene medio kilogramo de sal, de la que necesita anualmente 7,75 kilogramos. Así es que cuando nuestro cuerpo no contiene esa sustancia en cantidad suficiente, sentimos verdadera hambre de sal, cuya satisfacción nos proporciona positiva delicia; si esto no nos fuera dado, si el pan, la carne, las legumbres y las frutas que comemos, así como el agua y las demás bebidas, no contuvieran sal, acabaríamos por morir de semejante hambre; hecho, en verdad, que no puede ocurrir tan fácilmente, porque esa sustancia, tan necesaria al organismo animal, se halla muy esparcida en la Naturaleza. El venado de las selvas europeas recorre grandes distancias buscando ávidamente la roca salina que poder lamer; para el camello del desierto, lo mismo que para nuestros ganados domésticos, un pedazo de sal constituye la mejor golosina, y el búfalo americano acude desde sus verdes prados á las márgenes salíferas del Missouri, donde le acecha el cazador.

Pero si la sal común constituye un alimento importante para el hombre y los animales superiores, también obra sobre muchos animales de constitución inferior, así como sobre muchas plantas, como un verdadero veneno; el limaco muere pronto si se le empolva con sal; la rana fenece en agua salina; las hojas de muchas plantas se marchitan y encogen bajo la influencia del mismo líquido, que destruye la hierba y todos los cereales. En cambio existe gran número de plantas y animales que viven exclusivamente en agua salada y que se mueren en agua dulce.

Aparte de su importancia como alimento, es la sal común de la mayor utilidad para la conservación de carnes y pescados, así como para el abono de tierras; pero constituye más especialmente la fuente inagotable de donde se provee la industria de la mayor parte de la enorme cantidad de álcali que necesita; basta recordar á este propósito la fabricación de la sosa, la del jabón y la del vidrio, basadas todas en el empleo de la sal como primera materia. ¡Sí! La sal es tan necesaria como el aire; no pueden prescindir de ella ni el príncipe más poderoso ni el mendigo más infeliz; y, sin embargo, existen aún Gobiernos de países que se llaman cultos que gravan con un impuesto especial la producción de sustancia tan indispensable, con perjuicio notorio del bienestar de sus pueblos, de la ganadería y de la industria.

Como ya queda indicado, la sal común se halla muy diseminada en la Naturaleza, y su extracción tiene lugar de diversas maneras. Se encuentra disuelta en aguas subterráneas y en las del mar; y si en rigor no debiéramos tratar, en esta parte de nuestra obra, más que de la extracción de las materias brutas contenidas en el interior de la tierra, reservando para más adelante la de los

productos de las aguas, parece conveniente hacer aquí una excepción en favor de dichas disoluciones.

La sal común es una combinación química de un metal sumamente ligero, llamado *sodio*, con un gas especial, venenoso, llamado *cloro*. Este *cloruro de sodio*, como se denomina científicamente, es soluble en agua, de la que cada 100 partes pueden absorber de 27 á 28 de sal. En su estado más puro es blanca, transparente como el hielo, y cristaliza en cubos; la sal piedra ó sal gema se encuentra á veces en forma de cristales enormes, de varios quintales de peso; en cambio, la sal que se obtiene por evaporación de las disoluciones terrestres ó del agua del mar, constituye pequeños embudos cuadriláteros blancos y opacos, por causas que explicaremos más adelante.

La extracción de la sal por evaporación de aguas se ha practicado desde los tiempos más remotos; en los países costaneros aprovechaban al efecto, sus habitantes, las aguas del mar. Los romanos llevaban la sal que necesitaban desde Italia y la Galia hasta sus colonias más lejanas. Otros pueblos, como los orientales, se valían de la sal depositada en las lagunas interiores, y en el Norte de Europa se aprovechaban manantiales salados. Para los antiguos eran semejantes fuentes lugares sagrados, por lo que solían cercarlos con obras de fortificación ó defensa, como lo demuestran, por ejemplo, las antiguas vallas que aún se conservan en torno de la salina de Nauheim, en Alemania. Aun hoy, en medio de África, el privilegio que supone la posesión de una salina es en ocasiones motivo para sangrientos combates entre tribus rivales, que emplean todavía la sal, en forma de barras, á guisa de moneda.

DISTRIBUCIÓN DE LA SAL

El mar, que cubre más de las dos terceras partes de la superficie del globo, es salado en toda su extensión; pero no todos los mares contienen la misma proporción de sal, pues mientras algunos son especialmente ricos en materias salinas, otros las contienen en cantidad mucho menor. Las zonas costaneras en que desembocan ríos caudalosos, se distinguen por sus aguas más dulces.

El Mediterráneo nos ofrece un ejemplo muy instructivo de semejantes diferencias. El mar Negro es apenas salado; recibe constantemente los grandes caudales de agua dulce del Danubio y otros ríos importantes de la Europa oriental, y mantiene su nivel merced á la evaporación y á la salida que ofrecen el Bósforo y el Helesponto. Las aguas que por esta vía penetran en el Mediterráneo propiamente dicho, dulcifican, por lo tanto, las de las costas del Asia Menor y de Grecia. En la desembocadura del Nilo, así como en el golfo de Venecia, donde desaguan el Po y el Adige, y en las bocas del Ródano y del Ebro, son menos saladas las aguas del mar. En cambio, algunas costas pobres

en ríos, como las de Siria, Argelia, Sicilia, Dalmacia y la Italia meridional, lo mismo que parte de las de Francia y España, están bañadas por aguas muy saladas. Cerca de Barletta, en la Apulia, por ejemplo, contiene el agua del mar 4,5 por 100 de sal, y en torno de Trápani, en la punta occidental de Sicilia, se registra el 5 por 100. En vista de estos datos y otros análogos, cabe afirmar que las aguas de los mares no tienen todas la misma composición; pero en la inmensidad del Océano resulta ésta más uniforme y su salinidad equivale, por regla general, al 3,5 por 100.

Es más que probable que las aguas del Océano fueron saladas desde el principio; pero ciertas capas geológicas demuestran que dichas aguas contuvieron grandes cantidades de cal, sílice y otras materias, que fueron gradualmente eliminadas, y que, por consiguiente, la composición actual del mar es el resultado de una modificación constante durante períodos dilatadísimos. Por otra parte, los ríos han llevado siempre y siguen llevando al Océano muchas sales en disolución, procedentes de las rocas; y puesto que el agua evaporada en virtud del calor solar siempre es pura, parece que debiera resultar con el tiempo una concentración, aumentando paulatinamente la salinidad. Repetidos ensayos con las aguas del Báltico y del Mediterráneo indican, en efecto, un aumento gradual y constante de la cantidad de sales que contienen; pero respecto del Océano es imposible comprobar tal aumento, pues la proporción de sales que al mismo afluyen es insignificante, comparada con la masa enorme de sus aguas.

Todas las rocas depositadas en el mar contienen sal, pero muy especialmente las formaciones litorales llamadas dunas, de continuo salpicadas por el agua salada que arrastra el viento tierra adentro. Si en virtud de una elevación lenta y secular del terreno, ó de un descenso gradual de la superficie del agua, resultan internados ó alejados del mar semejantes depósitos, la lluvia que cae sobre su superficie y penetra en ellos disuelve y extrae la sal que contienen, dando lugar á la formación de manantiales salados. Bajo determinadas condiciones, y en especial allí donde las depresiones del terreno han causado la formación de mares interiores ó lagos sin comunicación con el mar, les envían continuamente dichas fuentes sus aguas saladas; y como la evaporación no elimina sino agua pura, la que queda se enriquece más y más con sal, hasta el punto de depositarla en estado sólido.

Las estepas de la Siberia occidental, entre el mar Caspio y los montes Altai, ofrecen ejemplos muy instructivos acerca de la formación de los grandes depósitos de sal, en que se repite en mayor ó menor escala el conocido fenómeno del lago Elton (Altin-Nor). Este, que se encuentra en la provincia rusa de Astrakán, á unos 100 kilómetros al Este del Volga, tiene una extensión de 200 kilómetros cuadrados y se halla alimentado por varios arroyos que le llevan aguas saladas; como el lago no tiene salida, se ha concentrado el agua por eva-

poración á tal punto, que constituye hace ya muchísimo tiempo una disolución, enteramente saturada, cuyos depósitos sucesivos alcanzan un espesor de más de 100 metros, y dan lugar en la actualidad á la extracción de cinco y medio millones de quintales de sal cada verano. Dichos arroyos disolvieron y siguen disolviendo la sal diseminada en el terreno arenoso y arcilloso de la inmensa estepa que atraviesan, llevándola al lago; y de este modo, y con la ayuda del calor solar, se han ido concentrando y acumulando en un espacio relativamente reducido, las pequeñísimas cantidades de sal distribuidas en un principio por toda aquella extensa comarca. Depósitos semejantes se encuentran lejos del mar en todas partes de la tierra, yaciendo entre estratos de roca, en cuya formación no intervinieron las aguas marinas, según lo demuestran claramente los restos fósiles que encierran de plantas y animales. Los inmensos depósitos de sal gema que se presentan en las formaciones terciarias de Transilvania, Hungría, Galitzia, la Italia meridional y España (Cardona), están asimismo asociados con estratos de origen terrestre, y abonan la conclusión de que fueron formados de la misma manera que los del lago Elton. En otras partes se encuentra depositada la sal gema entre rocas, acerca de cuyo origen marino no existe la menor duda; de suerte que es preciso admitir dos modos de formación para las capas de dicho mineral: el proceso ha consistido, bien en la lixiviación de la sal contenida en rocas ya existentes, ó bien en la desecación de mares. Pero de cualquier modo, la primera materia procede originariamente del mar.

El mar Caspio revela de la manera más evidente la formación de depósitos de sal, donde comunica, en su costa oriental, con el mar secundario de Kara-Bogas. Los dos mares están unidos por un canal natural de 100 metros de ancho y 1,6 de profundidad, y el viento seco del Este que sopla sobre el Kara-Bogas evapora sus aguas con tanta rapidez, que se produce en el canal una corriente muy marcada y continua para compensar la diferencia de nivel. De este modo sale constantemente del Caspio una disolución salina, cuyo contenido en sal sólo puede depositarse en el lecho del Kara-Bogas; y en vista de la cantidad de agua que pasa en veinticuatro horas por el canal, se calcula que durante ellas se depositan 60.000 quintales de sal en el fondo de aquella inmensa caldera de evaporación. Así, pues, y en este sólo punto, se reunen al año 22 millones de quintales.

Pero la sal gema se encuentra también en horizontes geológicos muy diversos, desde los más remotos, y á veces en cantidad extraordinaria. En los Estados Unidos (Nueva York) y el Punjab (India) se presenta en estratos correspondientes al sistema siluriano; en Rusia, en formaciones devonianas y permianas, y en Alemania y Austria, en rocas diásicas y triásicas, ofreciéndose en masas enormes. Encuéntranse con frecuencia varias capas superpuestas de sal gema de 10 á 15 metros de espesor, alternando con otras de yeso y margas; y el

célebre depósito de Stassfurt, de que luego trataremos más detenidamente y cuyas capas superiores se presentan á unos 260 metros de la superficie, tiene un espesor, en sentido vertical, de más de 300 metros, puesto que se ha bajado con la sonda hasta más de 560 de profundidad sin hallar más que sal. La manera en que se suceden, en este inmenso depósito, las sales de distinta composición, demuestra con claridad que, en su origen, toda la cuenca quedó llena con agua de un extenso mar, del que formaban parte los mares que hoy llamamos del Norte y Báltico; las capas de sal gema y las de sal potásica y magnésica, que constituyen el depósito de Stassfurt, yacen unas sobre otras, exactamente en el orden que suponen sus diferentes grados de solubilidad en el agua, y tal como se agruparían si llenáramos una gran caldera con agua del mar y la dejáramos evaporar con lentitud.

Algunos depósitos de sal gema son también notables por su extensión; una hermosa comarca alpina de Austria, llamada Salzkammergut (finca de la cámara de sal), que abraza unos 650 kilómetros cuadrados, debe su nombre á un depósito de sal que yace entre estratos calizos, y se extiende al Este en Estiria y al Oeste en Baviera, siendo objeto de explotación en muchos puntos, como Ischi, Hallein, Hallstadt, Aussen, Reichenhall, etc. Los célebres depósitos de Wieliczka y Bochnia, en Galitzia, de que hablaremos más adelante, son asimismo muy extensos, y hay otro en el Wurtenberg que cubre un área considerable, entre los ríos Neckar y Kocher.

Los depósitos de sal gema quedan á veces expuestos en la superficie de la tierra, en medio de otras rocas, como sucede en varios puntos de Sicilia, pero muy especialmente en el valle de Cardona (Cataluña) (fig. 103), donde se presenta á la vista la sal en masas enormes entre areniscas, calizas y margas de origen terrestre y que corresponden al sistema plioceno de la era terciaria.

En los estratos de diferentes formaciones geológicas, plegados en forma de hortera, se encuentran con frecuencia aguas más ó menos saturadas de sal, que, resultantes de la lixiviación gradual de las rocas, se han ido concentrando en el fondo de tales cuencas. Como desde la superficie se van infiltrando continuamente las aguas llovedizas, la disolución salina tiene diversos grados de saturación de arriba abajo; es decir, que con la profundidad aumenta su contenido en sal. De semejantes cuencas suele extraerse, por medio de bombas, la disolución concentrada del fondo que se evapora para obtener la sal, y cuando se nota que la disolución sale demasiado diluída, se suspende la operación durante una temporada más ó menos larga, para dar margen á que se vuelva á concentrar. A veces aparecen manantiales salinos en comarcas donde no cabe suponer la presencia de depósitos de sal; sus aguas sólo contienen, por lo general, de 1 á 5 por 100 de sal; pero algunos, como el de Nauheim, que describimos al tratar del sondeo en un capítulo anterior, alumbran grandes cantidades de sal, merced á la fuerza con que manan sus aguas. Muchas fuentes salinas se empobrecen con el tiempo,

ora porque se agotan las existencias de sal gema en las rocas, ora porque acaban por apurarse las disoluciones de las respectivas cuencas.

Quedan por referir algunos modos de formación de la sal común, que ofrecen un interés más científico que industrial, puesto que no tienen valor para la extracción de dicha sustancia. Las disoluciones salinas que se forman en los terrenos y rocas se elevan á veces hasta la superficie en virtud de la capilaridad, dando lugar, cuando el agua se evapora, á la formación de eflorescencias. En regiones muy secas, como las del Asia Central, de Arabia, del Tibet, los desiertos afri-

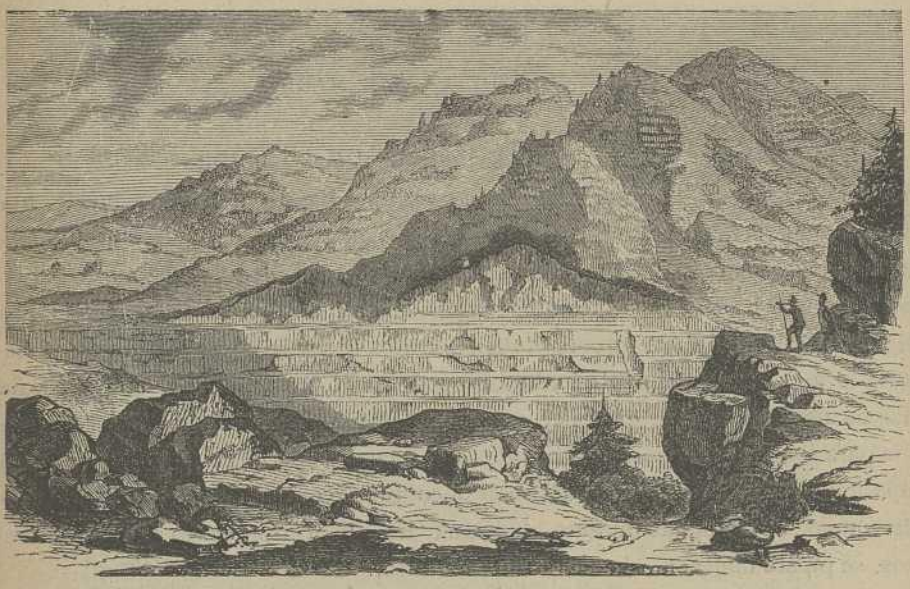


FIG. 103.—Depósito de sal gema, en Cardona.

canos, los llanos de América, el interior de Australia, etc., han producido semejantes eflorescencias las estepas saladas, cuyo suelo se halla cubierto de granos de sal, habiendo desaparecido de él la mayor parte de la vegetación. Al pasar desde comarcas fructíferas á esas estepas, se nota pronto la desaparición gradual de las plantas; el número de especies va disminuyendo, hasta que no quedan más que las de los géneros *salsola* y *salicornia*, y, por ultimo, toda la llanura aparece como cubierta de nieve, merced á una ligera capa de cristales de sal. Cuando, andando el tiempo, vuelven estos desiertos á estar regados por arroyos y ríos, las aguas disuelven la sal, dejando el terreno más ó menos fructífero, como ha sucedido, por ejemplo, con las extensas llanuras que se formaron en la costa del mar del Norte y que, de páramos salados que eran, se han transformado con el tiempo en campiñas feracísimas, en las que puede sembrarse el trigo durante un siglo sin necesidad de abono.

Los volcanes, cuya actividad se debe probablemente en parte á la infiltra-

ción de las aguas del mar, y que, por lo mismo tal vez, emiten cloro, exhalan á veces, aunque raramente, vapores de cloruro sódico, ó sal común. Esta destilación de la sal resulta, al parecer, cuando el volcán no ha tenido lugar de resolver por completo en sodio y cloro las materias procedentes de las aguas saladas, ó cuando éstas han penetrado en regiones volcánicas donde el calor sólo bastaba para volatizar la sal, la que en tal caso se acumula en las grietas y hendeduras superficiales, siendo recolectada por los habitantes de la comarca. Pero el fenómeno es muy casual y raro, de modo que no tiene importancia desde el punto de vista económico.

EXTRACCIÓN DE LA SAL MARINA

Tiene lugar por evaporación de las aguas del mar, mediante el calor del sol, y es, sin disputa, el procedimiento más sencillo y barato que darse puede. Sin embargo, sólo encuentra aplicación en las costas cálidas de países meridionales, cuyas aguas contienen mucha sal, como en las del Mediterráneo y en las islas Bahama ó Lucayas. Para establecer una salina marítima se escoge una costa baja y llana, cuyo suelo lo constituyen estratos arcillosos impermeables, y distante lo más posible de la desembocadura de ríos ó arroyos. Si el mar presenta mareas altas, es preciso disponer convenientemente las presas y canales necesarios para llenar los depósitos ó campos de evaporación; pero siempre es preferible una costa donde las mareas sean poco pronunciadas; de aquí que el Mediterráneo, cuyas aguas durante la pleamar no suben más de 50 ó 60 centímetros, se preste tan bien á la extracción de la sal.

Entre las salinas más extensas y productivas del Mediterráneo citaremos las que se extienden en la costa occidental de Sicilia, desde Trápani á Marsala (figura 104). Durante el flujo penetran las aguas en grandes depósitos colectores, por medio de canales de seis á diez metros de ancho, provistos de exclusas en forma de puerta, que se abren á impulso de la marea; pero tan luego como se inicia el reflujo se cierran las exclusas, impidiendo así la salida del agua reunida en dichos depósitos, los cuales comunican con otros llamados clarificadores, y de dos metros de profundidad, formados por vallas de arcilla, y en los que depositan las aguas la arena, conchas y otros cuerpos extraños que tienen en suspenso. En Trápani, donde las salinas pertenecen á muchos pequeños propietarios, se desarrollan sus campos en torno de clarificadores comunes, mientras que en Barletta, en la costa del Adriático, donde la propiedad no se halla tan dividida, cada salina tiene su clarificador, que suele formar un verdadero lago de exiguas dimensiones. El agua pasa desde los clarificadores por pequeños canales situados á 10 ó 12 centímetros bajo su nivel, á los depósitos de concentración, que constituyen grandes estanques de figura irregular y de 1,3 á 2 metros de

profundidad, verificándose el traslado automáticamente, pues cuando la marea sube, eleva el nivel del agua en los clarificadores, de modo que rebosa por los canales y penetra en los depósitos de concentración; mientras que durante el reflujo, dicho nivel se halla más bajo que los canales y las aguas aprisionadas en los concentradores tienen lugar de evaporarse en parte. Esta evaporación se verifica con rapidez, gracias al ardiente sol de Sicilia y á los vientos tan secos y cálidos que soplan desde el desierto africano; de modo que se tarda poco en obtener una disolución concentrada que contiene de 26 á 28 por 100 de sal. Du-

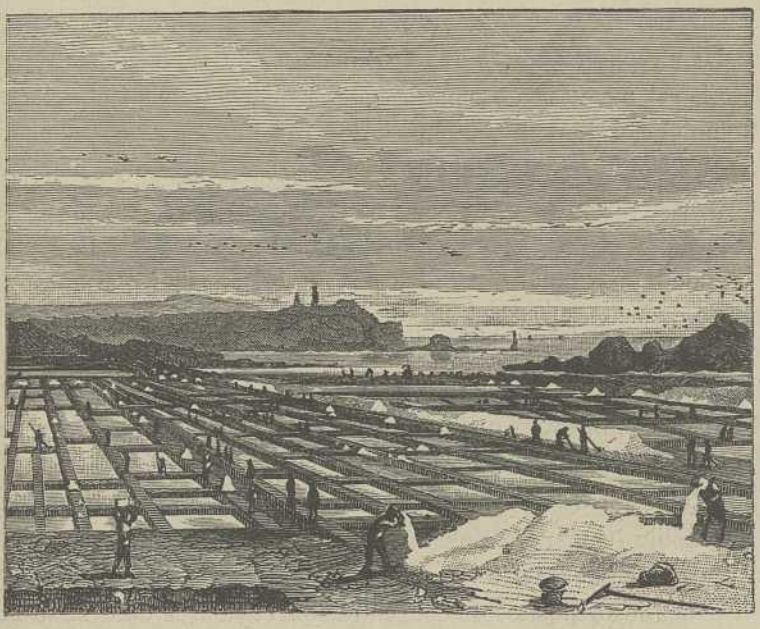


FIG. 104.—Salinas marítimas silicianas.

rante este enriquecimiento, el yeso que contiene el agua del mar, además de la sal común y la de magnesia, y que es menos soluble que éstas, se separa de la disolución depositándose en bastante cantidad sobre el fondo de los estanques en forma de un polvo blanco que es preciso sacar de vez en cuando. Tan luego como la disolución llega á tener un 27 por 100 de sal, se traslada á los depósitos ó campos de cristalización, bien mediante tornillos de Arquímedes manejados por hombres, bien por medio de bombas movidas por molinos de viento, ó norias puestas en movimiento por mulos ó bueyes.

Los campos de cristalización están situados de 30 á 60 centímetros más altos que los depósitos de concentración, hallándose completamente separados de éstos, aunque unidos entre sí por medio de pequeños canales y presas; suelen formar cuadros de 60 á 90 metros de lado, con paredes de mampostería, y tienen una profundidad de 30 á 45 centímetros. Todas las mañanas se introduce

en ellos la disolución concentrada en cantidad suficiente para formar una capa líquida de 15 á 18 centímetros de espesor, que es la que puede evaporar el sol durante el día. Bajo la acción del calor se separa la sal en forma de infinidad de diminutos cubos, que al principio flotan sobre el líquido, pero que acaban por bajar al fondo, donde constituyen una capa blanca transluciente de sal, parecida al hielo, y en las que suelen desarrollarse las cristalizaciones más preciosas. Al cabo de tres á seis meses, según la estación, llena dicha capa de sal completamente el depósito, y entonces empieza la recolección, que consiste en romper la capa con hachas y hacinar la sal en las márgenes y en montones en forma de pirámides. Estos montones se cubren con cañas, ladrillos ó una capa delgada de arcilla, y se dejan reposar durante un año ó más, á fin de que pueda separarse por completo la sal magnésica ó amarga que contiene la masa al sacarse del depósito. Como el cloruro de magnesio, de que se compone principalmente dicha sal amarga, es muy soluble, al punto de que se descompone ya alaire, basta la poca humedad atmosférica de aquellas regiones para que tenga efecto la separación, lo bastante al menos para obtener una sal comestible, aunque no sea de primera calidad. La sal más fina ó de mesa se obtiene mediante un refino especial, operación que se verifica principalmente en Holanda; pero también en las salinas marítimas se puede lograr un producto superior, muy puro y blanco, si se pone al efecto el cuidado necesario. La sal destinada á la mesa y á la salazón del pescado se muele, mientras que la ordinaria se toma directamente de los montones, envasándola en sacos ó toneles.

El depósito colector de una salina marítima se sitúa tierra adentro, á la mayor distancia posible del mar, dándole una extensión diez ó más veces mayor que la de los campos de cristalización que está llamado á surtir. En el lado que mira al mar se disponen los depósitos de concentración, cuya área debe ser de cinco á seis veces la de los de cristalización, los que, por último, se sitúan en la proximidad de la costa, á fin de facilitar el transporte del producto. En las grandes salinas de Barletta tienen los depósitos colectores una extensión de 891 hectáreas; los de concentración 297, y los campos de cristalización 52, ó sea un total de 1.240 hectáreas. Con un verano seco, son capaces estas salinas de producir 405.000 quintales métricos de sal al año, con aguas que contienen el 4,5 por 100; pero, por regla general, la producción no pasa de 175.000 quintales, elevándose los gastos á 50 céntimos de peseta por quintal métrico. Las salinas de Trápani y Marsala se encuentran en condiciones climatológicas más favorables, por lo que se hacen en ellas dos recolecciones al año. Mientras en Barletta cada hectárea de depósito de concentración y cristalización produce al año sólo 50.000 kilogramos de sal, la misma área da en Sicilia 375.000 kilogramos; es verdad que las aguas sicilianas contienen más sal que las del Adriático, pero la diferencia se debe principalmente al clima más seco y cálido, que favorece mucho la evaporación. De Trápani se exportan al año millon y medio de quin-

tales métricos de sal á diferentes países europeos; su precio en el puerto es de 50 céntimos de peseta por quintal métrico, pero los gastos de extracción no exceden de 37 céntimos.

Las salinas españolas y francesas de la costa del Mediterráneo están dispuestas, sobre poco más ó menos, como las italianas, de modo que, después de lo dicho, podemos prescindir de su descripción. Pero debemos añadir algunas palabras relativas á una salina marítima muy notable, cual es la de Giraud, aneja á la fábrica de sosa, cloruro de cal, clorato de potasa y aluminio, perteneciente á la Sociedad industrial de Pechine y Compañía. Su superficie de evaporación, que se alimenta desde las lagunas de la Camargue, en el delta del Ródano, comprende 1.500 hectáreas; las aguas del mar, concentradas ya hasta cierto punto, merced á su aislamiento en dichas lagunas, se elevan por medio de una bomba de vapor á un gran recipiente, desde el cual se distribuyen por un sistema concéntrico de depósitos de evaporación, llegando gradualmente al espacio central, llamado cubeta. Durante su paso por dichos depósitos, queda reducido cada metro cúbico de agua, por la evaporación, á 102 litros, por lo cual se necesitan unos ciento cincuenta días, contando desde el mes de Mayo. Más que por el calor solar, la evaporación resulta favorecida por el mistral, un viento fuerte y frío común en aquellos parajes, que sopla desde el Noroeste, y bajo cuya influencia se evapora con frecuencia diariamente un centímetro de agua en toda la superficie, lo que, en las 1.500 hectáreas, representa 150.000 metros cúbicos de agua. La disolución concentrada hasta 25° de Beaumé, pasa desde la llamada cubeta á los campos de cristalización, donde la sal empieza pronto á separarse en forma sólida, y en cantidad que representa al dia una capa de un milímetro de espesor. Hasta fin de la campaña produce cada hectárea, por regla general, más de 800 toneladas de sal de primera calidad; y como dichos campos tienen 60 hectáreas de extensión, la producción se eleva á 50.000 toneladas. Una cantidad mucho más considerable queda en la disolución madre, y es objeto de procedimientos especiales de extracción, relacionados con la fabricación en grande escala de los productos químicos antes mencionados.

En las costas del Atlántico, donde la marea es más alta, se construyen las exclusas destinadas á contener las aguas dentro de los depósitos colectores de las salinas, con mayor solidez que en el Mediterráneo, abriendo y cerrándolas mecánicamente. También suelen construirse los depósitos con más consistencia, con muros de mampostería, á fin de que puedan resistir mejor el empuje de las grandes mareas primaverales.

En los Estados del Mediterráneo (España, Francia, Italia y Austria) es muy considerable la producción de sal marina, pues equivale á la que resulta de la explotación de los depósitos de sal y manantiales salinos de Europa; pero podría ser mucho mayor, hasta el punto de cubrir por completo las necesidades de todos los pueblos europeos, si la industria y el comercio de la sal fueran libres en

todas partes. En Alemania y Francia, donde el impuesto sobre la sal es muy elevado, sólo se consume de siete á ocho kilogramos de sal, al año, por habitante, y en Inglaterra sucedía lo propio cuando dicho artículo estuvo sujeto á gravamen; pero desde que en 1823 quedó abolido el impuesto, se ha elevado el consumo de sal á 25 kilogramos por habitante y año, y supone, por lo tanto, la enorme cantidad de novecientos millones de kilogramos, toda vez que la población de dichas islas suma unos 36 millones de almas. Claro está que los ingleses no consumen tanta sal en la comida; pero la mayor parte, que no se utiliza en la cocina, se invierte en la fabricación de sosa, cloro, jabón y vidrio, así como en la del hierro y en muchas otras industrias, que en Francia y Alemania tienen que prescindir de la sal en razón de su elevado precio.

Las disoluciones madres, muy concentradas, que quedan en los depósitos de cristalización de las salinas marítimas, contienen cloruros de potasio, sodio y magnesio, así como sales de bromo y yodo, que se extraen en la actualidad y utilizan en la fabricación de productos químicos, destinados más especialmente á usos farmacéuticos, técnicos y fotográficos.

La extracción de la sal de los mares interiores de Rusia y Siberia, particularmente del lago Elton, antes mencionado, tiene lugar en verano, es decir en la estación seca, cuando acuden numerosos operarios á sacar, por medio de palas, la sal depositada sobre el fondo, así como las costras que flotan en la superficie de las aguas concentradas. La profundidad del lago Elton es sólo de 60 á 125 centímetros, de modo que los trabajadores, provistos de botas muy altas, se meten en el agua, reunen la sal en montones, la cargan en canoas y la transportan á la orilla, donde se seca. El trabajo queda reducido, pues, á la recolección, pudiendo compararse esos lagos á los campos de cristalización de nuestras salinas marítimas.

EXTRACCIÓN DE LA SAL COMÚN DE LOS MANANTIALES SALINOS Y DE DISOLUCIONES SUBTERRÁNEAS

Resulta mucho más costosa que la extracción de la sal marina, porque, en los países donde se practica todavía, es cada vez más caro el combustible necesario. La evaporación artificial de las disoluciones salinas sólo cabe en los Estados donde la industria y el comercio de la sal constituyen un monopolio del Gobierno, y el precio del artículo se puede elevar en vista de los mayores gastos de producción, sin temor á la competencia. En los Estados donde el monopolio se limita exclusivamente al comercio de la sal, el proceso de que hablamos no se practica ya, pues el fisco halla, como es natural, su ventaja en la importación de sales extranjeras más baratas.

Cuando, como generalmente sucede, contienen poca sal los manantiales sa-

linos, ó sea de 2 á 10 por 100, y además muchas otras sustancias, como yeso, cal y hierro, la primera operación consiste en *graduar* el agua, como se dice. Los manantiales mismos pueden ser subterráneos, en cuyo caso es preciso alumbrar sus aguas por medio de bombas parecidas á las que se emplean en el desagüe de minas y que se mueven mediante ruedas hidráulicas ó máquinas de vapor, ó bien el agua llega naturalmente á la superficie por grietas del terreno ó pozos artesianos. Pero en la mayoría de los casos, y porque la configu

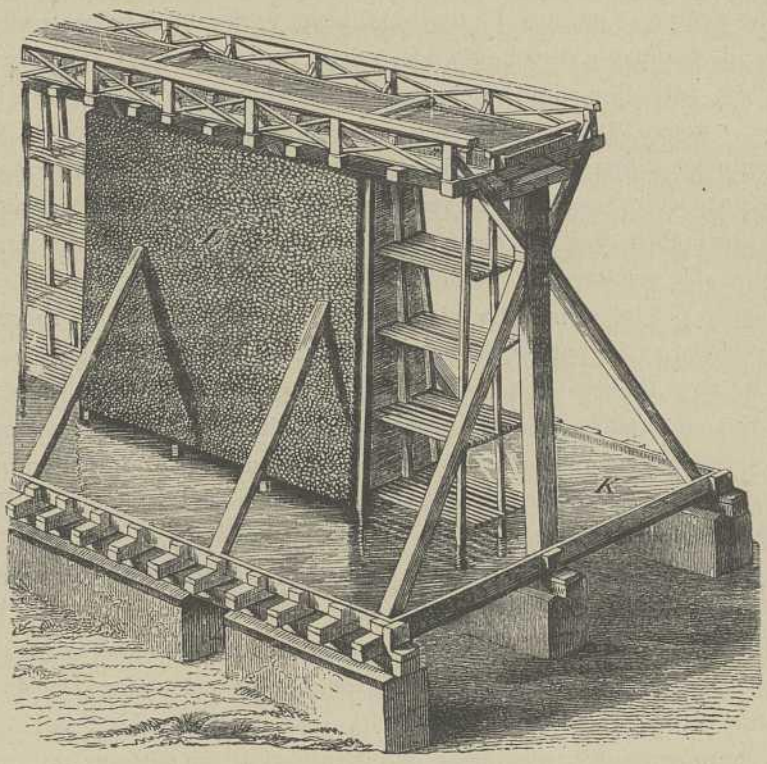


FIG. 105.—Aparato de graduación.

ción del terreno no consiente una disposición más económica, es preciso elevar las aguas á cierta altura por medio de bombas, á fin de obtener la caída necesaria. Por esto, en algunas partes de Alemania donde aún se extrae la sal de este modo (Nauheim, Dürrenberg, etc.), se levanta sobre cada manantial ó pozo una torre, provista en su parte superior de un depósito, desde el cual pasa el agua salina, por medio de tubos, sobre el aparato de graduación.

Compónese éste, como indica la fig. 105, de un sólido armazón de madera, de 10 á 12 metros de elevación y mayor longitud, que constituye en su parte inferior un depósito poco profundo, *K*, mientras que en la superior forma un canal más estrecho. En los huecos del armazón, entre el depósito y el canal, se disponen series de maderos verticales y horizontales, formando como un anda-

miaje, que se rellena con gran cantidad de tamaras ó ramujos de manera á constituir un macizo grueso *L*. Por una serie de grifos colocados en ambos lados del canal, se distribuyen las aguas salinas procedentes del depósito de la fuente, sobre los ramujos en forma de lluvia; de modo que, expuesta cada gota al aire, se evapora en parte y llega al depósito *K*, mucho más rico en sal que antes, quedando adheridas á los ramujos las sustancias terrosas, como yeso, cal y hierro, que contenía el agua al salir de la tierra. De esta suerte se mejora la disolución en dos conceptos, es decir, porque no sólo se concentra, sino porque al mismo tiempo se purifica. Pero generalmente es necesario volver á elevarla por medio de bombas y distribuirla dos ó más veces sobre los ramujos de otros aparatos, antes que adquiera el grado de concentración preciso para la cristalización, esto es, antes de que se sature ó contenga el 27 por 100 de sal. Como la disolución salina tiene que distribuirse sobre la pared del aparato más expuesta al viento, precisa, cada vez que éste muda de dirección, cerrar una serie de grifos y abrir otra, operación que conviene efectuar lo más pronto posible; pues no sólo resulta gran pérdida de sal mientras el viento pueda esparcir la disolución por los aires, sino que cayendo las gotas cual lluvia sobre los campos vecinos, acaba por esterilizarlos. Por esto se disponen los grifos de cada aparato en combinación con tubos, de manera que cada serie pueda abrirse ó cerrarse instantáneamente. Algunas salinas alemanas tienen aparatos de graduación de mucha extensión; los de Nauheim, en Hessen, presentan una superficie de ramujos equivalente á 50.000 metros cuadrados, y los de Kissingen, en Baviera, y de Schoenebecker, cerca de Magdeburgo, tienen cada uno más de 25.000. En Nauheim se repite la graduación 8 ó 10 veces, antes que la disolución tenga la concentración necesaria.

El líquido concentrado se almacena en grandes depósitos cubiertos, desde los cuales pasa á los talleres de ebullición, en los que se encuentran grandes calderas rectangulares de palastro, de 25 ó 30 metros de largo por 8 de ancho y 45 centímetros de profundidad, montadas sobre un sistema de canales por los que circulan los gases de combustión de la leña, turba, lignito ó hulla, que se quema en el hogar situado en un extremo. La disolución salina con que se llenan las calderas, se calienta con rapidez hasta ponerla en ebullición, y se mantiene algún tiempo en este estado cuando no se logra concentrarla suficientemente en el aparato de graduación, ó sea cuando su contenido en sal no pasa del 15 ó 20 por 100. Durante esta operación se separan espumas ó impurezas, que se alejan de vez en cuando por medio de cazos. Tan luego como empieza á separarse la sal en la disolución, se disminuye el fuego y comienza entonces la cristalización, que tiene lugar en la misma caldera de ebullición, cuando durante este proceso no se han formado precipitados difícilmente solubles; pero cuando se depositan semejantes impurezas, tiene lugar la cristalización en otra caldera, previo el trasvase del líquido. En las salinas de Halle, sobre el

Saale, se tiene una caldera de cristalización por cada tres de ebullición, durando ésta cinco horas, y la cristalización quince. Al empezar la última de estas operaciones se separan á la superficie del líquido pequeños cubos de sal, que se mantienen flotando, sumergidos hasta los bordes de su cara superior; en torno de cada cubo primitivo se agregan otros, formando con él como pequeños barcos cuadrados, los cuales, creciendo en sus bordes superiores por la agregación de otros cristales, constituyen por fin diminutos embudos cuadrangulares ó pirámides huecas, que acaban por irse al fondo en virtud de su peso. Este modo singular de cristalizarse la sal disuelta, se diferencia, como ya dijimos, del de la sal gema; no, por cierto, respecto de la forma que afectan los cristales aislados, que en ambos casos es siempre la de un cubo regular, pero sí en cuanto á su modo de agregar ó agruparse; pues mientras que al separarse la sal de la disolución, se forman dichos embudos, que á veces pueden distinguirse todavía en nuestra sal de mesa, la sal gema cristaliza en grandes cubos. Sin embargo, bajo determinadas condiciones se puede conseguir que una disolución saturada de sal común se cristalice como la sal gema.

La sal que cristaliza primero en la caldera es la mejor y más pura; se recoge con espátulas y se pone á secar en grandes cestas; después se aviva un poco el fuego á medida que avanza la operación, porque el líquido cargado además con otras sales se mantiene cada vez más difícilmente en ebullición. Siendo 100 grados centígrados el punto de ebullición del agua pura, una disolución salina concentrada sólo cuece á los 106 grados, al principio de la cristalización, mientras que después, y á medida que se evapora el agua, es preciso elevar la temperatura hasta 120 ó 125 grados. Entretanto se van recogiendo sucesivamente un segundo y un tercer depósito de sal en la caldera, los cuales resultan siempre más impuros que el primero; y, por último, cuando ya queda muy poco cloruro sódico en el líquido, se retira éste para utilizarlo en la fabricación del sulfato de sosa, sales de magnesia, potasa, cal, bromo y yodo.

La sal obtenida se seca artificialmente y se entrega entonces al comercio; mas si se tienen en cuenta los gastos de la guaduacion y la ebullición, es evidente que el precio del producto no puede resultar económico. En las salinas de este género mejor dirigidas, cuesta cada quintal métrico de sal de 7 á 22 pesetas, según la riqueza de las aguas, ó sea con arreglo al número de operaciociones á que se tienen que someter; con lo que esta sal puede resultar hasta cuarenta veces más cara que la marina, y lo es también mucho más que la sal gema que se extrae de la tierra.

EXPLOTACIÓN DE LA SAL GEMA

Tiene lugar excepcionalmiente mediante labores al aire libre, y en la mayoría de los casos, por trabajos mineros subterráneos, ó por la disolución de los depósitos en estanques subterráneos ó en pozos artesianos. El método por disolución no supone el procedimiento de la graduación descrito en las páginas precedentes, pues que, sobrando siempre la primera materia, se puede, por medio natural, obtener desde luego disoluciones saturadas.

Como ejemplo de la explotación de la sal gema al aire libre, citaremos las célebres salinas de Cardona, en Cataluña (fig. 103). El depósito presenta, en cuanto á su manifestación superficial, una longitud de 1.700 metros, por una latitud que varía entre 230 y 590; pero es seguro que los límites del criadero se prolongan más allá de la masa descubierta. Cubre á la sal gema una capa de tierra vegetal, de un espesor que varía entre algunos centímetros hasta 8 metros; pero los hundimientos producidos por las aguas y demás agentes meteóricos han abarrancado el terreno, descubriendo la sal en sus laderas en cortes de 70 á 90 metros de elevación. Se explota por bancos, cuya altura difiere según el capricho de los contratistas, nada cuidadosos del porvenir de la explotación ni de la seguridad de los operarios, y las labores se extienden en profundidad, mediante zanjas de 30 ó 40 metros de longitud y 8 á 10 de ancho, que se abren con picos y barrenos. Para la molienda de la sal se han montado tres molinos movidos por turbinas; pero los medios puestos en juego para el beneficio de tan importante finca revelan la falta de conocimientos y la indiferencia lamentable con que se procede. La producción anual, muy mezquina para lo que el criadero puede dar de sí, nunca ha pasado desde 1872, de 50.000 quintales métricos, y en 1885 se elevó sólo á 20.840, pagándose en la salina á 2,25 pesetas por quintal.

En Austria y Alemania, donde los depósitos de sal gema se hallan á mayor ó menor profundidad bajo la superficie, se explotan en diversos puntos por medio de extensas labores subterráneas. Hay depósitos inmensos cuyas capas han conservado su horizontalidad primitiva y cuyo beneficio ordenado no ofrece dificultad; en cambio otros han sufrido grandes trastornos geológicos y su explotación no resulta tan fácil. Entre estos últimos es uno de los más extensos, al par que irregulares, el célebre criadero de Wieliczka, en Galitzia, 11 kilómetros al Sureste de Cracovia, del que reproducimos una sección vertical en la figura 106. En la base se encuentran capas más ó menos plegadas y levantadas de arenisca y arcilla, que encierran masas de yeso y sal; en nuestro grabado representan, las partes inferiores más oscuras, la arcilla; los espacios claros punteados, el yeso, y los blancos, la sal pura. Sobre esta base yace la masa principal de sal gema, que tiene en la figura un tono sombreado más claro; encierra



Bajada de operarios en las salinas de Wieliczka.

muchas impurezas, consistentes en arcilla y yeso, pero también grandes núcleos de sal cristalina y trasluciente, que figuran en blanco en nuestra sección. Un poderoso depósito de arcilla, yeso y marga cubre el de la sal, y sobre él se extienden las capas de roca de formación más reciente.

Como se ve por el grabado, se encuentra este criadero debajo de la población de Wieliczka, que cuenta seis mil habitantes, y en medio de la que desembocan dos pozos de la mina. El depósito de sal se desarrolla de Este á Oeste en una longitud de 3.300 metros, y de Norte á Sur en la de 1.200, teniendo un espesor máximo vertical de 400 metros. La explotación, que data, cuando menos,

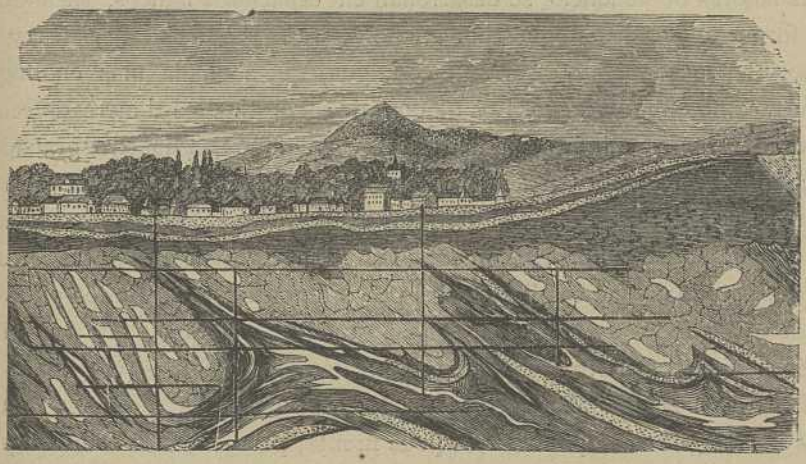


FIG. 106.—Sección del depósito de sal gema de Wieliczka.

del siglo IX, se verifica en siete pisos sobrepuestos á intervalos de 17 á 42 metros uno de otro, en cada uno de los cuales constituyen verdaderos laberintos las galerías é inmensas cuevas excavadas totalmente en la masa salina. Trece pozos establecen la comunicación con la superficie, destinándose cuatro á las máquinas de desagüe y los demás á la extracción y la bajada de los operarios, salvo uno que constituye la chimenea de los talleres subterráneos de herrería. Uno de los pozos que desemboca en la población, se halla provisto de una escalera de caracol, hecha de madera de encina; hay un pozo inclinado que ofrece una escalera cómoda, con peldaños labrados en parte en la sal y reforzados con madera. La lámina XI representa el modo tan sencillo como expuesto que antes tenían los mineros de bajar á la mina, suspendiéndose en grandes lazos, al extremo de una cuerda de extracción; pero en vista de las desgracias habidas se ha prohibido semejante procedimiento. En el interior de la mina se sube ó baja de un piso á otro por cómodas escaleras practicadas en la masa de sal. Los grabados de la lámina XII adjunta, dan cierta dea del aspecto de las



Interior de las salinas de Wieliczka.

la mina sin dificultad. Gracias á las nuevas máquinas, se dominó fácilmente una segunda invasión de agua, que tuvo lugar en 1879.

Según las antiguas cuentas existentes, se habían sacado de la mina de Wieliczka hasta el año 1812, 275 millones de quintales métricos de sal, y desde entonces la producción se ha elevado en algunos años hasta 850.000 quintales métricos.

El Gobierno austriaco explota también el criadero de Bochnia, situado unos 30 kilómetros al Este de Wieliczka, y donde existen asimismo labores muy extensas, elevándose la producción de ambas minas en 1885 á 726.171 quintales métricos, de los que 452.756 eran de sal gema pura, y los restantes de la llamada sal industrial, es decir, de la destinada á la fabricación de productos químicos.

Se explotan además de igual manera extensos criaderos en Hungría y Transilvania.

Entre las importantes minas de sal gema de Alemania merece especial mención la muy importante de Stassfurt, cerca de Magdeburgo, en Prusia, donde se beneficiaban manantiales salinos desde fines del siglo XII. En 1796 los vendieron sus dueños al Gobierno prusiano, que continuó por su cuenta la evaporación artificial de las disoluciones, hasta que los geólogos le aconsejaron en 1839 la ejecución de sondeos en busca de sal gema. En 1843 perforó la sonda las primeras capas salíferas á una profundidad de 163 metros; más tarde se cortó á los 320 metros la masa principal de la sal gema, y en 1851, cuando la sonda había llegado á la profundidad de 630 metros, donde se suspendió la investigación, no se había alcanzado aún la yacente del depósito, cuyo espesor total no se conoce, por lo tanto. La disolución salina que desde 1843 manaba en la superficie por el sondeo practicado, no resultó á propósito para la extracción de sal común, á pesar de su saturación y un peso específico de 1,2 á 1,3; la mitad de su contenido en sales se componía de cloruro de magnesio, y cuanto más se profundizaba, peor salía la proporción, en términos que, mientras el contenido en cloruro de sodio (sal común) disminuyó hasta 5,6 por 100, el cloruro de magnesio subió á 19,4, presentándose además en la disolución un 4 por 100 de sulfato de magnesia y 2,24 de cloruro de potasio. Según el químico Marchand, semejante anomalía debía atribuirse á que las aguas, que procedían originariamente de la superficie, se saturaban primero, en su descenso á través del terreno, de las sales, tan solubles, de magnesia que se encontraban en la parte superior del depósito, de tal suerte que, cuando penetraba en la masa menos soluble de sal gema, situada más abajo, sólo podían disolver una proporción mínima de la misma.

Aceptada esta explicación por todas las personas competentes, abandonó el Gobierno la idea de beneficiar el criadero por disolución, y en vista de la potencia de la sal gema, revelada por la sonda, determinó explotarlo por me-

dio de labores mineras, á cuyo efecto inicióse en 1852 la profundización de dos pozos. A los 260 metros de profundidad cortaron éstos las primeras capas de sal, que se consideraron como inútiles, puesto que, conforme con la opinión emitida antes por Marchand, se componían principalmente de las sales fácilmente solubles de magnesio, que ya se habían manifestado en la disolución Siguióse, por lo tanto, la labor de los pozos, y á la profundidad de 340 metros se rompió la masa de sal gema pura. Este acontecimiento movió al Gobierno del principado vecino de Anhalt á profundizar también dos pozos en su territorio, y resultó que, á favor de la inclinación de las capas de sal, se cortaron éstas ya á los 160 metros bajo la superficie (comp. fig. 107).

El depósito de sal de Stassfurt puede considerarse como dividido en cuatro zonas. La inferior está constituída por multitud de capas de sal perfectamente pura y diáfana, de dos á quince centímetros de espesor, separadas por delgados lechos de anhidrita ó yeso libre de agua, cuyo espesor no excede de cinco milímetros; la potencia total de esta zona anhidrítica, como se llama, es de 212 metros. Sobre ella se extiende la zona llamada polihalítica, en la que sustituye á la anhidrita característica de la anterior, la polihalita, que es un mineral particular, compuesto de sulfatos de cal, potasa y magnesia; la masa principal de esta zona, de 60 metros de potencia, la constituye también la sal gema, pero más ó menos mezclada con las tres sales referidas, cuya proporción aumenta notablemente en sus capas superiores. La tercera zona, cuya potencia es de 55 metros, y se llama zona kieserítica, se distingue por su contenido menor en sal gema, la carencia del sulfato de cal y la presencia, en cambio, de mayor cantidad de un sulfato de magnesia especial que constituye el mineral llamado kieserita, con el que se presenta también el cloruro de magnesio. La zona superior, ó carnalítica, tiene una potencia de algo más de 40 metros, y su masa no contiene más del 25 por 100 de cloruro de sodio ó sal gema; también las cantidades de kieserita y de cloruro de magnesio se hallan reducidas respectivamente al 16 y 4 por 100, constituyendo la masa principal, ó sea el 55 por 100 del conjunto, la carnalita, ó una sal doble, compuesta de cloruro de potasio y cloruro de magnesio. La carnalita pura es un mineral diáfano como el agua; pero en este depósito se halla mezclado con pequeñas cantidades de óxido de hierro, que le prestan diferentes colores, desde el rosa más delicado hasta el pardo oscuro; merced á ellos, presentan las capas un aspecto muy variado. La importancia industrial de esta zona, que al principio no se supo apreciar, estriba precisamente en la carnalita, ó, mejor dicho, en el potasio que contiene este mineral.

Además de los componentes principales referidos, se encuentran en el depósito de Stassfurt otros varios minerales en cantidad subordinada, como silvina, tachidrita, boracita, kainita, etc., hallándose también en porciones sumamente pequeñas los raros metales alcalinos rubidio, cesio y talio; pero todos estos componentes son de poco ó ningún valor industrial, dada la inmensa preponderancia

de los citados más arriba. Tomando, pues, sólo éstos en consideración, y fijando en 370 metros la potencia total del depósito, la proporción correspondiente á cada mineral es como sigue:

Sal gema	305 metros.
Anhidrita	11 »
Polihalita	4 »
Kieserita	16 »
Carnalita	30 »
Cloruro de magnesio hidratado	4 »

Y si resolvemos estas sales en sus componentes, la composición cuantitativa del depósito de Stassfurt puede expresarse de este modo:

Cloruro de sodio	85,82 por 100
Sulfato de cal	4,88 »
Sulfato de magnesia	4,70 »
Sulfato de potasa	4,40 »
Cloruro de magnesio	2,53 »
Cloruro de potasio	1,67 »

Si comparamos estas proporciones con las de las mismas sales contenidas en las aguas del mar, la conformidad es tan patente, que puede afirmarse con seguridad que el depósito de Stassfurt se produjo por la desecación de un mar; conclusión que puede extenderse á otros depósitos de sal gema, aun cuando no siempre se halle representada en ellos toda la serie de las sales marinas, como sucede en el de Stassfurt. La fig. 107 representa una sección vertical de este criadero: en la superficie del terreno se presentan depósitos diluviales y de lignito, *a*, que cubren poderosos estratos de arenisca abigarrada, *b*, correspondiente al sistema triásico, y debajo de los cuales se desarrollan capas de yeso, *c*, pertenecientes al sistema diásico, y que alcanzan la superficie en *L;* después siguen capas de arcilla, *d*, impregnadas de sales; la zona carnalítica, *e*, y, por último, la sal gema propiamente dicha. *f*. *S* es el pozo principal de Stassfurt, y *L* el de Leopoldshall, en el Anhalt.

En 1857, después de hechas las labores preparatorias ó de guía, empezó el beneficio de este inmenso depósito, y ha continuado desde entonces sin dificultad, puesto que la masa tiene bastante firmeza y es relativamente seca. Se excava en diferentes pisos, dejando pilares ó macizos de trecho en trecho, y cuidándose de que los de un piso inferior se encuentren precisamente debajo de los superiores inmediatos. La sal se separa en grandes bloques mediante el empleo de la pólvora, sólo que, en vez de practicar barrenos en la masa por el método usual en las minas, se abren, por medio de chorros de agua, hendeduras más ó menos profundas, destinadas á recibir la pólvora. Utilízase al efecto en la mina de Stassfurt el agua caliente de la máquina de extracción, que se conduce por

todas las labores mediante un sistema de tubos de hierro, aplicándola en cada sitio de beneficio por medio de tubos de gutapercha. El transporte subterráneo se verifica con vagones de hierro que circulan sobre vías férreas; pero salvo la regularidad y precisión de todas las operaciones, nada de extraordinario ofrece la explotación. Por esto no nos detendremos más en ella, y pasaremos á dedicar algunas palabras al empleo de las sales carnalíticas, que han dado margen en Stassfurt al desarrollo de una industria importante.

Al principio nadie se había curado de esas sales amargas que constituyen, como hemos visto, la masa principal de la zona superior del depósito; se consideraban como inútiles, al punto de que los mineros les llamaban «sales de desecho».

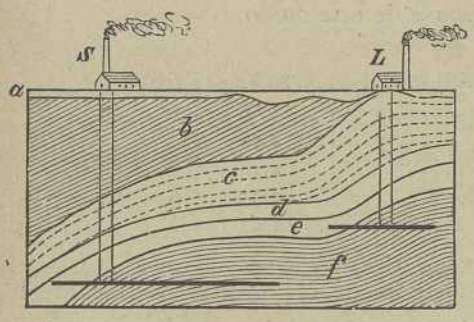


FIG. 107.—Sección del depósito de sales de Stassfurt.

Mas en 1861, un químico, el doctor Frank, reconoció su valor y montó una fábrica para aprovecharlas, ejemplo que siguieron pronto otros hombres emprendedores, tanto en Stassfurt como en el distrito vecino del Anhalt (fig. 108). Ocioso parece insistir respecto de la importancia que tienen en la técnica los álcalis; basta recordar que son absolutamente necesarios en la fabricación del vidrio, de la loza, del jabón y de la pólvora, así como en la tintorería y otros ramos, amén de los muchísimos casos en que se emplean como sustancias accesorias. Por esto son la sosa y la potasa dos sales muy buscadas. Para ciertos objetos es indiferente emplear una ú otra; y como abunda en la naturaleza la sal común, las necesidades quedaron en cierto modo cubiertas desde el momento en que se supo extraer de ella la sosa, procedimiento que se practica en Inglaterra en grande escala desde 1823. Pero para ciertos usos, como la fabricación del vidrio de Bohemia, la de la pólvora, algunos abonos artificiales, etc., no puede reemplazarse la potasa por la sosa, y como además no suele presentarse en la naturaleza en la forma y con la abundancia de la sal común, su extracción se hallaba limitada, antes de 1860, á la lixiviación de las cenizas de las plantas. Claro es que no faltaban los ensayos encaminados á obtener tan preciosa sustancia por otros medios; se trató de extraerla de rocas feldespáticas descompuestas, de la melaza resultante de la fabricación del azúcar de remolacha, y se llegó á aprovechar hasta la pequeña cantidad de potasa que, procedente del sudor de las ovejas, se obtiene por el lavado de las lanas; pero de año en año se hacía más sensible la desproporción entre la producción y las necesidades del consumo. Las sales carnalíticas de Stassfurt vinieron entonces á restablecer el equilibrio deseado, y al doctor *Grüneberg*, que montó en dicho distrito una fábrica inmensa, se deben los modos perfeccionados de beneficiar semejantes sa-

les, no siendo la menor ventaja que resultó inmediatamente de la producción de sales potásicas baratas, el gran incremento que tomó el cultivo de la remolacha y la fabricación de su azúcar.

Por lo que antes se ha dicho, sabemos que las sales de la zona superior de Stassfurt se componen principalmente de carnalita, sal gema y kieserita. La diversa solubilidad de estos minerales ofrece en primer término el medio de separar, uno tras otro, el cloruro de potasio, una sal doble de sulfato de potasa y sulfato de magnesia, y, finalmente, el cloruro de magnesio. Los primeros dos son

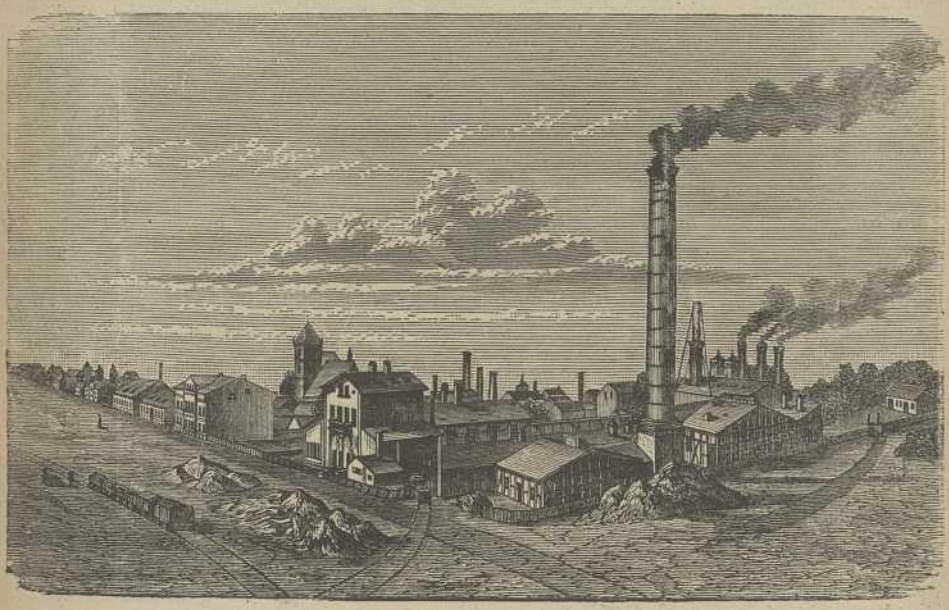


FIG. 108 —Fábricas de sales potásicas en Leopoldshall.

los más importantes, pues con el cloruro de potasio se obtiene, una vez purificado, un carbonato de potasa muy puro, y sirve además para transformar en nitro potásico el nitro sódico de Chile, que no se puede utilizar en la fabricación de la pólvora; por su parte, la sal doble de potasa y magnesia constituye por sí un abono de gran valor. El cloruro de magnesio se extrae también, y halla empleo en la tintorería y la fabricación del magnesio, así como en la de un cemento especial y de piedras artificiales; de la misma disolución que lo contiene se obtienen sales de bromo, que encuentran aplicación en la fotografía y la tintorería. Aparte de los productos mencionados, las fábricas en cuestión producen grandes cantidades de sulfatos de potasa, magnesia y sosa, así como bórax y ácido bórico, procedentes de las mismas primeras materias.

El establecimiento minero de Stassfurt, que pertenece al Gobierno prusiano, produjo 682.714 quintales métricos de sal gema en 1885, y 2.040.501 de sales

potásicas; y del de Leopoldshall, en el Anhalt, se extrajeron en el propio año 616.674 quintales métricos de la primera y 2.002.124 de las segundas. Pero además de estas minas se han abierto otras en la misma región, á continuación del enorme depósito mencionado, y que se explotan en parte por Sociedades particulares, que en 1885 extrajeron en conjunto 5.230.165 quintales métricos de sales potásicas y 829.089 de sal gema.

Recientemente se ha descubierto en Sperenberg, á 42 kilómetros al Sur de Berlín, un depósito enorme de sal gema, muy superior al de Stassfurt, pues la sonda ha penetrado hasta 1.550 metros de profundidad, de los que 1.460 son de sal pura. Y ya que volvemos á hablar de la sonda, daremos una noticia de última hora, cual es que en la primavera pasada (1888) se terminó un reconocimiento en la salina de Schladebach, cerca de Halle, después de alcanzar con dicho instrumento la profundidad de 1.716 metros, la mayor á que se ha llegado en parte alguna.

La explotación de los depósitos de sal gema por el procedimiento de la disolución, tiene lugar en el gran distrito salino de los Alpes austriacos (Estiria, Tirol), en Hungría, Turingia, Suiza, Inglaterra, etc., y es aplicable más especialmente en terrenos donde la sal se presenta en abundancia, pero esparcida en las rocas, y no dispuesta en capas compactas. Después de penetrar en el interior del terreno salífero por medio de pozos ó socavones, se excavan grandes huecos ó cuevas, en cuya entrada se establecen fuertes presas, y que se llenan de agua mediante bombas convenientemente dispuestas. Bajo la influencia del agua se desmorona el terreno; el yeso y las margas se depositan en el fondo de los huecos mientras que la sal se disuelve; y cuando la disolución ha adquirido el conveniente grado de saturación, se le da salida por los socavones ó se extrae mediante las bombas en los pozos, evaporándose luego en grandes calderas como las descritas antes al tratar de los manantiales salinos.

Otro procedimiento consiste en profundizar, por medio de la sonda, pozos artesianos de 25 á 30 centímetros de diámetro, hasta penetrar en el terreno salífero, revistiendo los pozos de tubos de madera y proveyéndolos de bombas de presión de cobre, que llegan hasta el fondo. En el espacio que queda entre el revestimiento y la bomba se introduce agua dulce, que disuelve la sal, y se extrae con la bomba cuando tiene la saturación deseada, esto es, cuando contiene el 27 por 100 de sal, en cuyo caso se somete á la evaporación y cristalización en la superficie. Al cabo de cierto tiempo resulta el depósito de sal apurado en las inmediaciones del pozo, produciéndose también hundimientos que entorpecen la marcha; en tales casos se abandona el pozo y se abre otro á cierta distancia del primero en terreno virgen. En el condado de Worcester (Inglaterra) se alumbran de este modo enormes cantidades de disoluciones salinas, en cuya evaporación se utilizan los desperdicios de las hullas que se explotan en un distrito próximo; y ya que de las hullas hablamos, mencionaremos un proce-

dimiento original para la extracción de sal, que se practica en una hullera de Zwickau, en Sajonia. Las aguas procedentes de esta mina contienen de 4 á 5 por 100 de sal, y para aprovecharlas se vierten, mediante bombas de desagüe, en grandes depósitos de mampostería situados de manera que pasen sobre ellos las llamas de muchos hornos, en los que se convierte la hulla en cok. De este modo, tan sencillo como económico, se evapora y concentra la disolución, cristalizándose después la sal en calderas de hierro, para cuyo calentamiento se aprovecha también la misma fuente de calor.

BÓRAX Y ÁCIDO BÓRICO

Después de la sal común reclama nuestra atención el bórax, que es un compuesto de ácido bórico y sosa; pues si bien gran parte del que se consume en las industrias, la medicina y usos domésticos, se produce artificialmente, por la neutralización del ácido bórico con carbonato de sosa, se presenta también en la naturaleza en cantidades considerables; además, el ácido bórico, base de la fabricación del bórax, es un producto natural. Para penetrarse de la importancia de dicha sal, basta recordar su empleo en los laboratorios químicos y metalúrgicos para el ensayo de minerales metalíferos, sus aplicaciones en la fabricación del vidrio fino y la porcelana, en el vidriado de ciertas clases de loza, en la producción de esmaltes y piedras preciosas artificiales, en la fabricación de barniz y cola especiales, en el desencolado de la seda, la estampación de telas y la tintorería, amén de sus usos medicinales y domésticos.

El bórax se encuentra disuelto en las aguas de varios lagos, en las regiones montañosas más elevadas de Persia, India, el Tibet, China, la isla de Ceilán, Bolivia, etc., y hace mucho tiempo que se extrae de las mismas por evaporación, importándose á Europa el producto asiático, con el nombre de *tincal*, desde el siglo XV. Pero donde dicha sal se presenta en mayor abundancia es en California, especialmente en una pequeña península situada unos 150 kilómetros al Norte de San Francisco; donde, en medio de terrenos volcánicos y del valle del Napa, se encuentra un lago, cuya importancia fué reconocida en 1856; su extensión varía, según la sequedad del verano; en 1863 tenía 1.300 metros de longitud, 666 de ancho y un metro de profundidad; pero hay años en que se deseca por completo. Sus aguas son tan ricas en bórax, que en 1863, por ejemplo, la evaporación de 117 litros de ellas producía un kilogramo de dicha sal; pero la riqueza principal se halla en su fondo, que constituye un extenso y potente depósito de bórax sólido, más ó menos mezclado con un légamo fino y azulado, ó constituyendo capas que alternan con otras del último. El bórax se presenta, generalmente, en forma de pequeños cristales, si bien se encuentran otros mayores, hasta de seis ó ocho centímetros de espesor y tan puros, que

pueden entregarse desde luego al comercio. La explotación de ese depósito tiene lugar por medio de grandes cajas ó cilindros de hierro (*caissons*), que se sumergen en el lago hasta penetrar en el fondo, sobresaliendo su borde superior del nivel del agua, la cual se extrae entonces del interior de las cajas, por medio de bombas, y la capa de bórax se excava en seco. El producto más impuro, es decir, el mezclado con el légamo, se somete luego á la disolución, aclarándose y evaporándose después el líquido borácico. Hace veinte años se extraían diariamente de dicho depósito 1.500 kilogramos de bórax crudo, y desde entonces ha aumentado considerablemente la producción.

El ácido bórico se encuentra en algunos minerales, más ó menos raros, además del bórax natural, como, por ejemplo, la boracita, que constituyen componentes accesorios de algunas rocas serpentínicas, yesosas, carnalíticas, etc., y también se halla contenido en las aguas del mar. Bajo la influencia del calor se volatiliza, siendo causa esta propiedad de que se presente en la naturaleza de un modo especial, ó sea en los fumaroles ó emanaciones gasiformes de determinadas regiones volcánicas, que constituyen una fuente importante de extracción. Célebres son, en este concepto, las marismas de Toscana, grandes campos desiertos en la costa pisana, cubiertos de rocas volcánicas, cuyas grietas ó *suffioni*, como las llaman los italianos, emiten constantemente vapores de agua, ácido bórico, sal amoniaco, hidrógeno sulfurado, ácido carbónico, nitrógeno, cloruro férrico, ácido clorhídrico y también cloro libre, que impiden el desarrollo de la vegetación. En el punto en que desemboca en la superficie uno de esos canales subterráneos, se condensa parte de sus vapores, especialmente el acuoso, formándose en torno del orificio un pantano ó pequeña laguna, como en el país se dice, cuyas aguas constituyen una disolución más ó menos saturada de esas sales; toda la comarca está cubierta de semejantes lagunas. Pero los *suffioni*, causa de la desolación de esas regiones y cuyas emanaciones fueron ya temidas de los antiguos romanos, se han transformado, de cien años á esta parte, en una fuente de riqueza para el país, merced no más al ácido bórico que emiten.

La existencia de semejante ácido en las referidas lagunas de Toscana fué reconocida por vez primera por Malcagni y Hoeffer en 1776, comenzando pronto á desarrollarse la nueva industria. Durante los primeros cuarenta años adelantaron poca cosa los exploradores, por falta de conocimientos especiales y de capital; pero en 1818 montó el conde francés Larderel, al pie del monte Cerboli, en el valle del Cecina, que antes era un desierto, la célebre fábrica que lleva su nombre (Larderello), y comenzó á concentrar las aguas borácicas por medio del calor artificial. Los gastos que originó semejante procedimiento resultaron demasiado elevados, y la producción anual no pasaba de 90.000 kilogramos, cuando se cayó en la cuenta de utilizar el calor natural de los *suffioni*, economizando así el coste excesivo del combustible. El procedimiento adoptado desde entonces es bastante sencillo: las lagunas (*lagone*) artifi-

ciales, formadas en torno de la boca de los *suffioni* con piedra y cemento, se llenan de agua hasta la altura de dos metros; los vapores que salen de la tierra con cierto ímpetu, atraviesan el agua, soltando parte de su ácido bórico, de modo

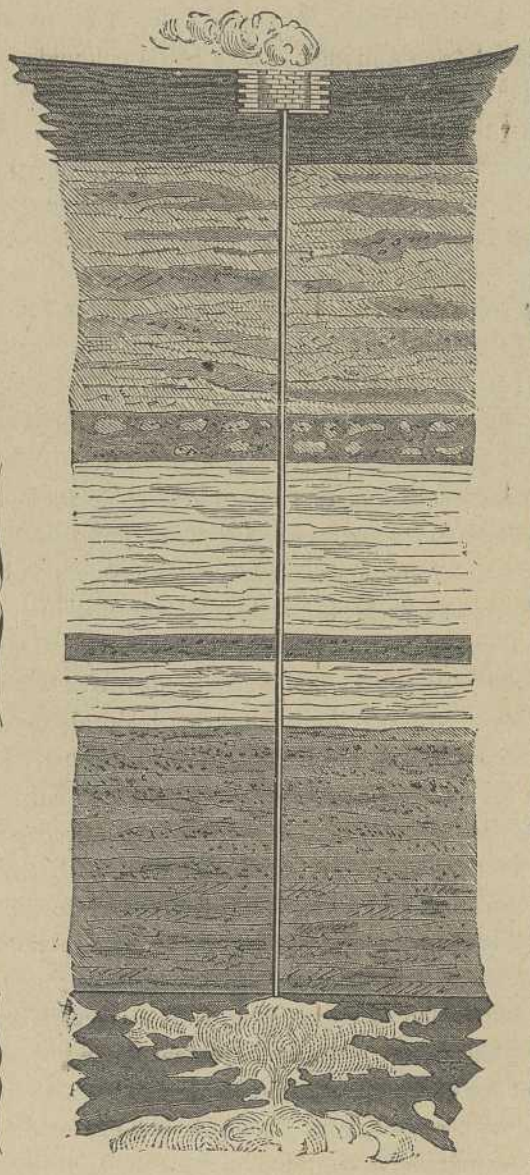


FIG. 109 —Sección vertical de un *suffioni* artificial.

que al cabo de veinticuatro horas el líquido contiene próximamente medio por ciento del mismo, en cuyo estado se traslada á un depósito donde se deja aclarar, llenándose de nuevo las lagunas con agua fresca. La disolución borácica se conduce entonces á una gran caldera de plomo de 125 metros de largo, 2,5

metros de ancho y 20 centímetros de hondo, montada sobre una serie de *suffioni*, de manera que sus gases calientes bañen el fondo en toda su extensión, y al salir de ella por el extremo opuesto, evaporándose al paso, se halla suficientemente concentrada para la cristalización. Este último proceso tiene lugar en depósitos de madera revestidos interiormente de plomo, en los cuales se separan los cristales de ácido bórico á medida que se enfría el líquido, el cual se retira y se recoge el producto que constituye la materia primera para la fabricación del bórax. Se emplea además el ácido bórico, en vista de su propiedad antiséptica, para la conservación de alimentos y para muchos de los usos á que se aplica el bórax. La fábrica de Larderello produjo en 1839 más de 717.000 kilogramos de ácido bórico; cantidad que se elevó en 1846 á 1.000.000, y que actualmente excede de 2.000.000 de kilogramos al año.

Por el de 1850 tuvo la idea el profesor Garreri, de Florencia, de formar *suffionis* artificiales por medio de la sonda, perforando el terreno hasta la profundidad necesaria para dar salida á los gases borácicos, y formando en la boca de semejante pozo artesiano la laguna correspondiente para el agua. En 1854 se puso en práctica semejante procedimiento en la comarca de Massa-Marittima y ha dado excelentes resultados; pues la producción de ácido bórico procedente de las aguas del lago de Monterondo y de algunos *suffionis* vecinos no pasaba en 1854 de 65.000 kilogramos, mientras que después de practicar algunos sondeos de 50 á 60 metros de profundidad, siguiendo las instrucciones de dicho profesor, se obtuvieron anualmente 150.000 kilogramos. En 1862 tenía la fábrica Durval, que fué la primera que adoptó la idea, 18 *suffionis* artificiales, que producían por sí solos 200.000 kilogramos de ácido al año. En la fig. 109 reproducimos la sección vertical de uno de ellos, de 50 metros de profundidad, con indicación de los terrenos atravesados por la sonda; en la boca del pozo se ve la pequeña «laguna» de mampostería destinada á la recepción del agua, según el modo ya descrito.

De algunos años á esta parte compite ventajosamente con el ácido bórico de Toscana la llamada boronatrocalcita como primera materia para la fabricación del bórax. Dicho mineral, que en América se llama vulgarmente «tiza» y se compone de ácido bórico, cal, sosa y agua, se encuentra en diferentes partes del globo; en la región nitrosa de Iquique, perteneciente hoy á Chile, se presenta en forma de nódulos del tamaño de avellanas y nueces, abundantemente diseminados en depósitos arenosos, y es objeto de una explotación activa. El producto que suele contener cierta cantidad de sal común, yeso, sulfato de sosa y otras sales, se exporta á Europa, principalmente á Inglaterra, donde se emplea en la fabricación referida.



LAS PIEDRAS PRECIOSAS

Importancia de las piedras preciosas.—Su composición y modo de presentarse en la Naturaleza.—Diamante.—Campos diamantíferos del Brasil y de África.—Los diamantes célebres.—Corundo, rubí, zafiro.—Espinela.—Zirconio.—Esmeralda, berilo.—Topacio.—Turmalina.—Granate.—Turquesa.—Ópalo.—Cristal de roca, amatista, ojo de gato, calcedonia, ágata, etc.—Adularia, labradorita.—Lapislázuli.—Malaquita.—Ámbar.—Azabache.—Talla de las piedras preciosas.

LAS piedras preciosas ofrecen la prueba más patente del poder de la apariencia. Evitamos el contacto del carbón negro y tiznante, despreciamos la arcilla que recuerda el lodo, y no hacemos caso de los guijarros silíceos del lecho seco de un arroyo; pero los destellos del diamante, el brillo del zafiro y el rubí, y el juego de colores del topacio y la esmeralda, nos embelesan y deslumbran. Y, sin embargo, el diamante no es más que carbón cristalizado; el zafiro y el rubí son arcilla cristalizada, y tanto el topacio como la esmeralda son sencillamente combinaciones coloreadas de sílice con humildes tierras.

Para determinados objetos tiene mucho más valor un trozo de hulla que un diamante; de la caliza común, que constituye elevadas cordilleras, podemos sa-

car más partido que del topacio y el granate, cuyo contenido accesorio en cal es muy difícil extraer. No es, pues, el principio de la utilidad, ó lo es tan sólo en grado subordinado, el que presta su valor á las piedras preciosas.

A pesar de esto, la afición por semejantes hermosos productos naturales no es de ningún modo accidental ó arbitraria, sino que se halla profundamente arraigada en la manera de ser íntima del hombre, el cual tiene natural repugnancia á la oscuridad, y un horror á las tinieblas que contrasta con su amor á la luz; éste es el verdadero secreto de su predilección por las piedras preciosas, que concentran y multiplican los rayos luminosos, al punto de que se consideraseu antiguamente como focos ó acumuladores de luz. Así se deduce, al menos, del *Talmud*, que refiere que Noé no tenía en el arca otra luz que la de las piedras preciosas que había guardado é iluminaban perfectamente su oscura morada; y antiguas leyendas germánicas nos hablan de carbúnculos, cuyos destellos inundan de luz las cuevas subterráneas. Recientes observaciones científicas han demostrado que semejantes cuentos tenían algún fondo de verdad; pues un diamante de 92 quilates y de primera agua, expuesto durante una hora á la luz del sol y llevado en seguida á una pieza oscura, conservó por espacio de veinte minutos la propiedad de emitir luz, en grado bastante para que se distinguiera perfectamente una hoja de papel blanco. El fenómeno resultó menos enérgico después de sometido el diamante á la luz eléctrica; pero su fosforecencia se manifestaba también, con bastante claridad, después de frotado durante corto tiempo con un pedazo de franela.

Así como el célebre minerálogo Hauy llamaba á los cristales las flores del reino inorgánico, también pudieron considerarse las piedras preciosas como flores de la luz; significación que se halla indicada en el nombre «gema» (del italiano *gemma*), que tambien quiere decir «capullo,» como el nombre de «joya,» del italiano *gioia*, que á la vez significa «alegría,» indica la satisfacción que experimentamos á la vista ó con la posesión de dichas piedras. Por eso suelen mirarse como símbolos de lo grande y esplendoroso: en el Apocalipsis aparece la nueva Jerusalén, la Iglesia radiante del porvenir, como un magnífico edificio, con muros de jaspe basados sobre toda clase de piedras preciosas, y con doce puertas, compuestas cada una de una sola perla. Todo cuanto conoció y soñó la Edad Media de más precioso, culminaba en una gema llamada «piedra filosofal,» que, según la opinión confusa de los que creían en su existencia, se componía, á pesar de sus propiedades maravillosas, de los elementos más comunes: «era una piedra,» como decía satíricamente el dramaturgo inglés Jonson (1605) en su comedia titulada *El Alquimista*,—«que no es piedra; un espíritu, un alma, un cuerpo, que se deja disolver cuando se disuelve, que se deja coagular cuando se coagula y que vuela cuando se le deja volar.»

Pero las piedras preciosas no eran solamente símbolos del poder y la riqueza, sino que en los tiempos antiguos, y aun hoy mismo en pueblos más ó me-

nos incomunicados, constituían y constituyen con frecuencia la riqueza misma, desempeñando en la vida y la muerte de los magnates y los ricos un papel considerable, y á veces misterioso, como tendremos ocasión de indicar más adelante, cuando tratemos de ciertas joyas célebres. Cuando Julio César, antes de pasar el Rubicón, arengó á su ejército, levantó su mano izquierda ostentando un anillo de diamante, y se declaró dispuesto á sacrificar joya de tan inestimable valor en pro de los que defendieran virilmente su causa. Los soldados que por hallarse más distantes no podían oir las palabras de su jefe y sólo veían los destellos de la piedra, fueron inducidos á creer por un gesto, que les prometía á todos la dignidad de caballeros romanos; error que no contribuyó poco al éxito de César.

Por regla general, las piedras preciosas tienen propiedades especiales, cuyo conjunto les presta valor á nuestros ojos; su color, su brillo, su transparencia, su dureza, su aptitud para ser pulimentadas y su poder refringente, por el cual descomponen la luz en sus colores componentes, nos atraen, y su rareza enaltece su precio. La piedra en que se manifiestan semejantes propiedades en grado más alto, es la que nos parece más bella y merecedora del calificativo de «preciosa;» en tanto que no juzgamos acreedor de tal distinción el mineral que sólo posee en grado superlativo una de dichas calidades. Pero también tratándose de las piedras de más valor, suelen distinguirse dos categorías, á saber: las piedras preciosas propiamente dichas y las piedras semipreciosas. A la primera clase corresponden el diamante, rubí, zafiro, crisoberilo, espinela, zircón ó jacinto, esmeralda, berilo, topacio, turmalina, granate, piropo, ópalo noble, cordierita ó zafiro de agua, crisolita y turquesa; la segunda comprende los miembros de la familia del cuarzo, esto es, amatista, cristal de roca, venturina, ojo de gato, cuarzo rosa, calcedonia, carneola, ágata, heliotropo y jaspe, y luego la crisoprasa, cachalonga, vesubiana, pistazita, cianita, adularia, amazonita, labradorita, lapislázuli, malaquita, krokidolita, ámbar, azabache, etc. Mas como la hermosura de los ejemplares ó cristales aislados constituye la única medida de su valor, y como no se puede trazar un límite mineralógico científico entre dichas dos categorías, ni el joyero ni el público se fijan mucho en la distinción establecida. El agua-marina es una piedra preciosa, y la esmeralda, cuyo precio es á veces superior al del diamante, pertenece al mismo género mineralógico; ambos son berilos, y, sin embargo, los berilos ordinarios se pagan en ocasiones menos que las buenas amatistas. El diamante se halla á la cabeza de las piedras preciosas; tiene mayor dureza, que le hace capaz del mayor pulimento; es también el cuerpo más transparente, y si bien por lo común es incoloro, refracta la luz, de modo que sus facetas resplandecen con el juego más variado de colores; á esto hay que añadir que es la piedra más rara. Síguenle, en punto á dureza, el rubí y el zafiro, que por la hermosura de sus colores son, como la esmeralda, gemas de primer orden.

En tiempos recientes se ha intentado imitar la mayoría de las piedras preciosas con vidrios de color, habiéndose alcanzado en este sentido tal perfección, que á primera vista las gemas artificiales engañan al más perito. Sin embargo, sólo se ha logrado hasta ahora reproducir propiedades aisladas, especialmente la transparencia y los hermosos colores; el poder refringente y la dureza del diamante no se han podido imitar todavía. Mas no es imposible que, penetrando más y más los secretos de la Naturaleza, y ajustándose mejor los procedimientos á las condiciones en que se formaron las gemas naturales, se llegue algún día á fabricar, digámoslo así, piedras preciosas verdaderas, tales como se emplean en la joyería. En principio está ya resuelto el problema, pues en los laboratorios químicos se ha conseguido producir, por la combinación de los correspondientes elementos, muchos minerales con sus formas cristalográficas y sus propiedades naturales; pero todavía no se ha logrado obtenerlos de tamaño suficiente para que tengan aplicación práctica.

Las materias de que se componen las piedras preciosas no son, en modo alguno, raras ó costosas. La alúmina, la sílice, el fluor, la glucina, la zircona, etc., abundan en la Naturaleza, constituyendo la masa principal de la costra terrestre, y los óxidos metálicos, á los que deben sus colores la mayor parte de esas piedras, tampoco son sustancias extrañas; por pocos céntimos se puede comprar hierro, cobalto, níquel, cobre, etc., en cantidad suficiente para colorear carretadas enteras de gemas. La dificultad, pues, de fabricar piedras preciosas estriba únicamente en el *cómo*. Gaudín fué el primero que consiguió producir el corundo, fundiendo alúmina pura por medio de la llama de hidroxígeno; y como el rubí y el zafiro sólo se diferencian del corundo por su color, no tardó dicho químico en producirlos de la misma manera, con la añadidura de los pigmentos necesarios. Por un procedimiento distinto, consiguió Ebelmen en 1847, producir artificialmente espinelas de todos colores, crisolitas, corundos, etc., cuyos cristales tenían de cuatro á seis milímetros de largo; y, por último, Daubrée, Saint-Claire Deville y Caron, perfeccionando más y más los procedimientos, han llegado, no sólo á producir cristales de topacio, turmalina, granate, vesubiana, esmeralda, zircón y otros minerales conocidos, sino crear varias combinaciones cristalizables que aún no se han encontrado en la Naturaleza, pero que acaso existen y se hallarán algún día. Sobre este tan interesante punto de la fabricación de piedras preciosas volveremos á ocuparnos en el tomo IV.

Los puntos donde se encuentran las piedras preciosas no se relacionan con una latitud ó un clima determinados. Se creía antes que sólo las regiones cálidas del globo podían prestar á las piedras vivos destellos y hermosos colores; pero se han descubierto en los montes Urales piedras preciosas hermosísimas, y no cabe duda de que si las regiones septentrionales estuvieran más exploradas, darían el mentís más cumplido á esa antigua preocupación. Las piedras preciosas se encuentran generalmente en las rocas que consideramos como primiti-

vas—gneis, esquisto micáceo, granito y sienita,—pero abundan más en depósitos secundarios ó aluviones, procedentes de la descomposición de dichas rocas y el acarreo de sus partículas, hallándose con frecuencia en los placeres auríferos y platiníferos, de los que se extraen por el sencillo procedimiento del lavado de las arenas, tal como se obtienen las pepitas de oro y platino. En otros tiempos, procedía la mayoría de las piedras preciosas de Ceilán, de las Indias Orientales y el Brasil; pero después se han extraído muchas de los campos auríferos de Australia y California, y ya han alcanzado una celebridad universal los terrenos diamantíferos del Sur de Africa.

Hechas estas consideraciones generales, pasemos á ocuparnos de las principales piedras preciosas, siguiendo el orden determinado por el valor de cada una de ellas.

Diamante.—Merced á sus propiedades tan características, se conoce esta gema desde los tiempos más antiguos, y casi todos los pueblos han inventado un nombre especial con que lo han designado por su cualidad más notable, ó sea por su dureza. Los antiguos indios lo llamaban *azira*, «el indestructible,» ó *lohadshit*, «el vencedor de los metales;» los persas, árabes y kurdos le dan el nombre de *almas* ó *elmas*, derivado probablemente de la denominación de los griegos, ó sea *adamas*, «el indomable,» cuyo sonido se reproduce en el nombre sirio *adomos* y en el kurdo *adamand*, lo mismo que en el español *diamante* y en las denominaciones análogas de las demás lenguas modernas.

El diamante es el cuerpo más duro que existe, pues raya el corundo (esmeril) y el acero más duro, y por lo mismo sólo puede labrarse y pulirse por medio de su propio polvo. Es bastante pesado, puesto que su peso específico es tres veces mayor que el del agua; en su estado más puro es perfectamente incoloro y transparente en el más alto grado, siendo una de sus propiedades más preciosas y características el poder refringente que tiene, gracias al cual produce el hermoso juego de colores que nuestros lectores conocen. Su composición química es bien sencilla, pues consiste en carbono puro, y es, por lo mismo, combustible, aunque no á la temperatura de nuestras fuentes comunes de calor, ni tampoco bajo el soplete ordinario. Lavoisier y Davy fueron los primeros que se permitieron el lujo, en obsequio á la ciencia, de quemar el diamante en el foco de un gran espejo parabólico; recogieron el gas resultante de la operación, lo analizaron y hallaron que consistía en ácido carbónico, es decir, en el mismo gas que escapa por las chimeneas de nuestros hornos y estufas cuando quemamos leña ó carbón. Pero hacía ya tiempo que Newton había sospechado que el diamante pertenecía á la clase de los cuerpos combustibles, en vista de su poder, tan extraordinario, de difundir la luz. El diamante se electriza fuertemente por el frotamiento, mas no es conductor de la electricidad, circunstancia que impide su precipitación de las combinaciones de carbono líquidas, por medio de la corriente galvánica; por esto han fracasado todas las tentativas de producir el diaman-

te de dicho modo. En cambio el célebre químico alemán Woehler ha descubierto un procedimiento para producir cristales de boro—un cuerpo simple, constituyente esencial del ácido bórico, y que, por otra parte, ofrece mucha analogía con el carbono—los que, tanto por su dureza como por su transparencia y refrangibilidad, pueden ponerse al lado del diamante. El ácido bórico se deja reducir por medio del aluminio, y el boro que se desprende por esta vía tiene la propiedad de disolverse en el aluminio fundido, separándose después en forma de cristales á medida que dicho metal se enfría; el producto no es boro puro,

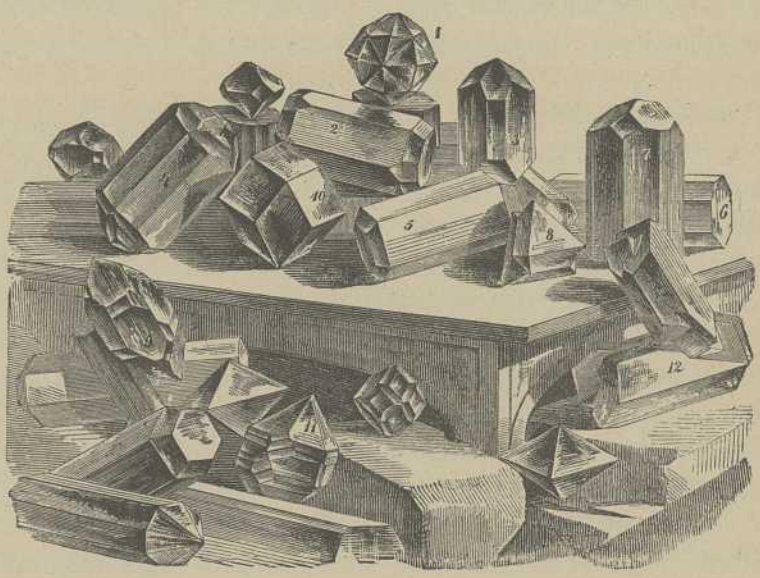


FIG. 110.—Formas cristalográficas de las piedras preciosas.

1. Diamante.—2. Corundo.—3. Zirconio.—4. Topacio.—5. Esmeralda —6. Berilo.—7. Turmalina.—8 Jacinto. 9. Amatista.—10. Granate.—11. Cristal de roca.—12. Piedra de las Amazonas.

sino un compuesto que contiene un poco de aluminio. Dichos cristales son enteramente iguales por sus propiedades al diamante natural, salvo que su forma cristalográfica no es la del diamante (un octaedro ó un poliedro de cuarenta y ocho lados, fig. 110 forma 1), sino que constituyen prismas ó láminas tetragonales. Woehler y Deville, que produjeron repetidamente semejantes diamantes bóricos, los obtuvieron, ora de color rojo granate, ora amarillo de miel, y también perfectamente diáfanos é incoloros cuando eran más puros; se forman en el aluminio fundido de un modo análogo al en que el grafito se separa en forma cristalina del hierro fundido; y sabido es que el grafito se parece mucho al diamante en algunas de sus propiedades. No se sabe todavía cómo se formaron los diamantes naturales, si bien no faltan hipótesis encaminadas á explicar el fenómeno, y hasta ahora no han dado resultados prácticos los ensayos hechos para transformar el carbono en dicha piedra. Es verdad que en 1853 logró el químí-

co francés Desprets producir, mediante la volatización lenta de carbón de azúcar en la corriente eléctrica, cristales octaédricos que tenían, al parecer, las propiedades del diamante; pero eran tan pequeños, que sólo se podían distinguir con ayuda del microscopio, y tardaron un mes en formarse; y aunque los experimentos recientes del inglés Ballantyne Hannay han tenido mejor éxito, tampoco ofrecen más que un interés puramente científico.

Antes del año 1728, los diamantes que teníamos en Europa procedían exclusivamente de las Indias orientales; de aquí los recibían los antiguos griegos y romanos por la vía de Persia. Es dudoso que los hebreos conocieran el diamante; pues según los lingüístas modernos más competentes, la piedra llamada en la Biblia hebraica *johalom*, que formaba parte del pectoral del sumo sacerdote, y que los traductores sagrados llamaron «diamante,» debe haber sido un *cachalong*, esto es, una variedad de calcedonia. La explotación de los placeres diamantíferos de las Indias orientales se remonta á una gran antigüedad; los depósitos más ricos se encuentran en el Decán, en los alrededores de Golconda, en Bengala y en la isla de Borneo. Los primeros criaderos de diamante descubiertos en el Brasil fueron los del distrito de Tejuco ó Diamantina, en la provincia de Minas Geraes; después se encontraron otros en varias regiones, especialmente en la provincia de Bahía. El Gobierno portugués monopolizó durante un siglo, desde 1730, la explotación y el comercio del diamante, prohibiendo á nacionales y extraños la entrada en el distrito diamantífero, que se hallaba regido por un intendente general, jefe de una administración propia, de la que dependían los esclavos empleados en las obras, de los que en 1772 trabajaban cerca de 5.000 en los placeres de Minas Geraes. Pero todo el despotismo y rigor desplegados fueron ineficaces para impedir el contrabando, y se afirma que se robaban más diamantes de los que llegaban á poder del Gobierno. Desde la independencia del Brasil (1823) ha sido declarada libre la explotación de los mencionados criaderos, mediante el pago al Estado de un cánon.

El procedimiento se reduce á la excavación de las arenas ó terrenos de acarreo, y al lavado de las tierras sueltas. Durante dicha administración tenía lugar esta operación bajo grandes cobertizos, en series de cajones ó «canoas,» como se llamaban, formadas con tablas y alimentadas con agua por medio de un canalón; en cada canoa trabajaba un negro, siendo vigilados cada ocho de estos trabajadores por un capataz que recibía en el acto los diamantes que se encontraban, y los entregaba diariamente á un administrador. Si un negro tenía la suerte de encontrar un diamante de 8 á 10 quilates, recibía un traje nuevo ú otro regalo, y cuando el hallazgo pesaba más de 17 quilates, cosa que sucedía rara vez, se declaraba libre al afortunado esclavo. Donde no se montan lavaderos fijos, se verifica la operación en las llamadas «bateas,» especie de bandejas ó barreños de madera que se cogen con ambos manos y mecen ó balancean de un modo especial, después de llenarlos de arena y agua. Los diamantes reuni-

dos en Tejuco durante el año, se clasificaban y empaquetaban en bolsas de seda, enviándolos con arrieros, custodiados por una fuerte escolta militar á Río Janeiro (véase la lámina XIII). Hace algunos años se calculaba que los diferentes distritos diamantíferos del Brasil habían producido de 11 á 12 millones de quilates de diamante (unos 24 quintales métricos), por valor de unos 450 millones de pesetas; la producción anual en 1850 y 51 fué de unos 300.000 quilates; pero después ha disminuído notablemente.

El diamante se encuentra en muchas partes donde se presentan arenas auríferas; no sólo en Méjico, California y otras regiones de los Estados Unidos, sino también en Australia y el Mediodía de Africa, se han descubierto depósitos más ó menos considerables de dicha piedra preciosa. Los primeros diamantes australios fueron hallados en 1864 en la provincia de Victoria, viéndose alguno de ellos en la Exposición universal de París (1867), del peso de 17 quilates: posteriormente se han encontrado también en otras partes de dicho continente, si bien en corto número. En cambio, los campos diamantíferos de las repúblicas de Orange y el Transvaal (Africa) no han cesado desde 1867 de producir la piedra tan codiciada, habiéndose hallado ejemplares muy notables, como el llamado «Estrella del Africa meridional,» que pesa 180 quilates; el Stewart, de más de 288, y uno enorme, que no tiene nombre, que sepamos, ni ha encontrado tampoco comprador, pues pesa nada menos que 475 quilates y se ha tasado en un precio fabuloso. Como los diamantes africanos llaman mucho la atención, y sus depósitos ofrecen, al parecer, un gran porvenir, interesa entrar en algunos pormenores acerca de ellos.

El distrito diamantífero está reconocido en una extensión de unos 200 kilómetros, y constituye una comarca desierta, cubierta de pequeños cerros llamados *kophes* (fig. 111). Los diamantes se encuentran en parte en arenas sueltas; pero, por regla general, en conglomerados y brechas serpentínicas bastante firmes. Los primeros descubrimientos determinaron, naturalmente, una verdadera invasión de aventureros que, mediante el pago de un canon módico, obtenían pequeñas concesiones de terreno, que se dieron á excavar sin orden ni concierto, como indica nuestro grabado (fig. 111). Generalmente constituían pequeñas asociaciones de tres á cinco personas, que reunían el dinero suficiente para comprar carros, mulos, tiendas, víveres y herramientas, y tomar á sueldo algunos indígenas para las faenas más rudas, por lo que no tardó la comarca en tomar el aspecto de una inmesa feria. Después de sacar de la concesión cierta cantidad de arena ó gravas, los dueños cargaban sus carros y marchaban al río á lavar; la fig. 112 representa un grupo minero lavando sus arenas diamantíferas en el río Vaal, el tributario principal del Orange, empleando al efecto, como se ve, cubos, bateas y cajones de construcción especial, provistos de una criba. De las arenas finas concentradas por el lavado se extendía entonces sobre un tablero una cantidad corta, humedeciéndola á fin de hacer resaltar mejor sus com-



Transporte de diamantes en el Brasil.

ponentes, y se examinaba con cuidado, separando los diamantes que se presentaban; después se procedía del mismo modo con otra cantidad de arena, y así sucesivamente hasta acabar la partida. Como es natural, dada la inconstancia de los depósitos, algunos mineros se hicieron muy ricos en poco tiempo, y otros acabaron de perder con la paciencia lo poco que habían aventurado; pero para todos eran aquella vida y aquellos trabajos muy penosos, especialmente el transporte de las arenas al río, á través de terrenos tan desiguales, sin caminos de ningún género y llenos por doquier de excavaciones más ó menos profunda



FIG. 111.—Campos diamantíferos en el África.

Sin embargo, hasta fin de 1870, ó sea en menos de tres años, se habían extraído diamantes por valor de unos 25 millones de pesetas; y desde entonces ha ido en aumento la producción, habiéndose formado en el Cabo y en Inglaterra grandes Sociedades explotadoras, con capitales amplios, que hoy llevan los trabajos sistemáticamente y en gran escala.

El diamante se reconoce en seguida en su estado natural, por la forma, que es casi siempre la de un octaedro ó poliedro de cuarenta y ocho caras, de superficie redondeada (fig. 110, 1), tanto que, en algunos ejemplares, se aproxima á la esférica. Superficialmente se distingue además por un brillo particular, que comparte con pocos minerales, que nunca lo ostentan en tan alto grado, y que por lo mismo se llama brillo diamantino. Merced á las ligeras asperezas que suele presentar dicha superficie, el diamante natural no es siempre transparente

por completo, y con frecuencia ostenta un color amarillento; de modo que, para poder decidir acerca de su pureza y valor es preciso pulirlo, por lo menos, en dos caras diametralmente opuestas. Pocos diamantes resultan enteramente puros, ó «de primera agua» como se dice; los cristales encierran á menudo diversas impurezas, que algunos químicos consideran erróneamente como partículas de ceniza, procedentes de las plantas á cuya condensación atribuían el



FIG, 112.—Lavado de arenas diamantíferas en el Transvaal.

origen de la gema. A dichas impurezas se deben los colores negruzco, azulado, amarillento, verdoso ó rojizo de muchos diamantes, así como puntos opacos y grietas microscópicas. Las piedras diáfanas é incoloras son, por lo general, de poco tamaño, y sólo por excepción alcanzan dimensiones relativamente grandes, en cuyo caso adquieren valor extraordinario.

Nada puede decirse de fijo respecto del precio de los diamantes, pues aparte de la calidad y el tamaño de cada piedra, depende de la moda, del grado de lujo desplegado, y también de circunstancias políticas. Como las piedras preciosas abultan poco y se pueden transportar con facilidad, se ofrecen, en tiempo de trastornos políticos, como medio de asegurar y sustraer capitales; circunstancia que se tiene en cuenta más especialmente en los países del Asia oriental

regidos autocráticamente. A pesar de que la mayor parte de las piedras preciosas, excepto el diamante, procede de las mencionadas regiones, los precios son, por regla general, más elevados en ellas que entre nosotros. En Europa han sufrido notables fluctuaciones los precios del diamante, debidas principalmente á los descubrimientos sucesivos de nuevos criaderos; el del distrito diamantífero del Brasil, por ejemplo, señaló un período de baja, y cuando los precios tornaron á subir, en vista de la disminución de la producción brasileña, vinieron los diamantes africanos á causar nueva depreciación. Los antiguos diamantes de la India, que siempre fueron los más hermosos, han mantenido su valor en los mercados.

La unidad de peso que sirve de norma para valorar las piedras preciosas, es el quilate, equivalente á 205 miligramos. Por regla general, el precio de los diamantes mayores (brillantes) crece en proporción del cuadrado del número de quilates que pesan, de modo que un brillante de 2 quilates tiene cuatro veces el valor de un quilate, uno de 3 quilates nueve veces, y uno de 7 quilates, cuarenta y nueve veces dicho valor. Pero esta regla se halla sujeta á muchas modificaciones, no sólo con arreglo á la calidad de las diferentes piedras, sino también al mayor ó menor número de las que se ofrecen á la venta. En 1871, por ejemplo, se pagaban por un brillante de un quilate de primera agua, 300 rublos en San Petersburgo y 35 libras esterlinas en Londres (840 pesetas); con arreglo á esto, un diamante de 30 quilates valía por lo menos de 8.000 á 10.000 libras; pero á consecuencia de los descubrimientos africanos, ofrecíanse en Londres, en 1872, diamantes de 30 quilates por 3.000 libras. Según refiere Benvenuto Cellini, á mediados del siglo XVI, se pagaban por el diamante de un quilate 100 ducados de oro; en 1609, según Boetius de Boot, valía el mismo diamante 130 ducados; mientras que cien años más tarde se pagaban sólo 80 gulden (200 pesetas) en Holanda y Hamburgo; en 1750 el precio había subido á 450 pesetas, pero la Comisión encargada en 1795 de valorar los diamantes de la corona francesa adoptó, como precio medio de un quilate, el de 150 pesetas solamente. Desde entonces han ido subiendo los precios gradualmente; en 1830 valía el quilate de diamante 225 pesetas; en 1850, 375; en 1860, llegaba á 450, y en 1870, fluctuaba entre 560 y 750 pesetas. Después sobrevino la baja, debida al gran número de diamantes africanos lanzados al mercado; baja que tiende actualmente á acentuarse todavía más, salvo en lo que atañe á los antiguos diamantes indios, cuyo valor, por el contrario, va en aumento. Lo dicho se refiere á las piedras mayores, pues las más pequeñas, que se labran en forma de rosas, y de las que entran 500, 800 y hasta 1.000 en un quilate, no se valoran con arreglo á la regla expuesta.

Los diamantes de color, especialmente los amarillos, tienen menos valor que los incoloros, aunque por excepción, es decir, cuando el matiz es muy puro y hermoso, se pagan aún más que éstos. Los más hermosos que se conocen son,

uno de color verde que se conserva en el célebre museo de joyas de Dresde, y otro azul, propiedad del banquero Hope, en Amsterdam. En tiempos recientes se ha hablado mucho de los diamantes negros, piedras transparentes de un color gris pardusco tan oscuro, que al mirarlos desde arriba parecen enteramente negras. Sin embargo, su brillo diamantino y su poder refringente son tan pronunciados como en los diamantes incoloros, y cuando se labran bien, es sorprendente el efecto que producen; por esto se aprecian mucho como adorno, y los mejores ejemplares valen tanto como los brillantes de primera agua. Otra variedad de carbono cristalizado negro, pero opaco ó sólo translúcido, es el llamado «carbonado,» procedente del Brasil (Bahía), donde se encuentra á veces en trozos que pesan un kilogramo, y que, en vista de su extrema dureza, se emplean para la talla del diamante, así como en la perforación mecánica de rocas, según ya dijimos en uno de los capítulos anteriores.

Los diamantes más grandes y hermosos que se conocen son los siguientes: el llamado Gran Mogol, por ser el primero en poseerlo este potentado; es de primera agua, se halla tallado en forma de rosa, tiene en la base una pequeña fisura y pesa 279 quilates; el célebre viajero Tavernier, que lo dibujó de tamaño natural, tal como lo reproduce nuestra fig. 113, lo valuaba en 12 millones de francos. No se sabe si existe aún, ó si es idéntico, el de Orloff (fig. 114), que posee el emperador de Rusia; tiene 21 milímetros de alto y 32 de diámetro, y pesa 193 quilates; adornaba antes el trono del shah Nadir, después de cuyo asesinato cayó en poder de un bandido avariano, que lo vendió en Bagdad por 5.000 piastras á un armenio llamado Schafras, de cuya posesión pasó en 1772 á la de la emperatriz rusa Catalina II, mediante el precio de 450.000 rublos (1.875.000 pesetas). El diamante del Gran Duque de Toscana (fig. 115) pesa 139 quilates y tiene 38,75 milímetros de diámetro y 25 de alto, poseyéndolo actualmente la corona de Austria. El llamado Regente, ó diamante de Pitt (fig. 116) por haberlo comprado en Malaca por 363.750 pesetas el hombre de Estado inglés de este nombre, pasó al Tesoro francés bajo Luis XV y lo llevaba el primer Napoleón en el puño de la espada. El mayor de los diamantes brasileños es el llamado «Estrella del Sur» (fig. 117) que en su estado natural pesó 254 quilates, que se redujeron por la talla á 125,5; se halló en 1853 y llamó extraordinariamente la atención en la Exposición de París dos años después. En cambio el célebre Kohinoor (fig. 118) procede de la India, donde se halló últimamente en poder del príncipe Rundschit Singh; con él se relaciona toda una serie de acontecimientos trágicos, suponiéndosele asimismo idéntico al diamante del Gran Mogol; las primeras noticias fidedignas que se tienen de este gran diamante datan del tiempo del shah Nadir, que también lo poseyó. El Kohinoor, ó «montaña de la luz,» cayó en poder de los ingleses cuando conquistaron el país de los sikhs; hallábase entonces en su estado natural y pesaba 186 quilates; pero en 1853 lo talló el célebre diamantista Coster, de Amsterdam, dándole la forma de brillan-

te que tiene en nuestro grabado, con una longitud de 35 milímetros, una anchura de 29 y un espesor de 19, quedando reducido su peso á 106,5 quilates. Siguele en tamaño el ya referido del banquero holandés Hope, que no pesa más de 44,5 quilates, y es de valor inapreciable por su precioso color azul. El llamado de la emperatriz Eugenia (fig. 119) pesa 51 quilates; y uno de 82,25 que perteneció al conde Pigoti, se halla en posesión del regente de Egipto. El llamado

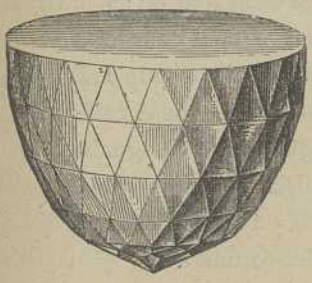


FIG. 113.

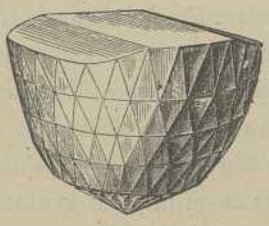


FIG. 114.

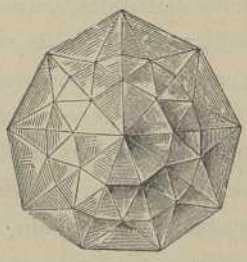


FIG. 115.

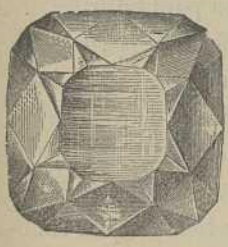


FIG. 116.

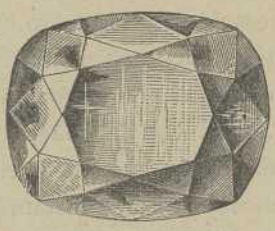


FIG. 117

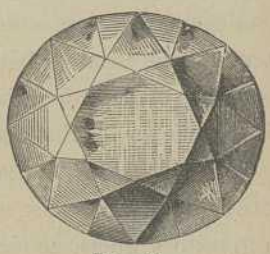


FIG. 118.



FIG. 119.



FIG. 120.



FIG. 121.

FIGS. 113 Á 121.—Diamantes célebres.

«Estrella polar» (fig. 120), que forma parte del Tesoro ruso, pesa 40 quilates, y el brillante Sancy (fig. 121), del Tesoro francés, tiene 33 quilates, Entre las numerosas y hermosísimas piedras preciosas que posee el shah de Persia, se encuentra un diamante tableado, llamado *Darir-e-nur* ó «mar de luz,» que, según el austriaco Riederer, que lo vió en 1875 en el palacio de Teherán, tiene unos seis centímetros de longitud y tres ó cuatro de ancho; otro, una mitad más pequeño, se distingue por su brillo y su precioso color rosa. A estos diamantes hay que añadir los africanos llamados «Stewart y Estrella del Africa meridional,» así como el ya citado de 475 quilates, de cuya venta se ha encargado, segun parece, un sindicato de banqueros.

Corundo, rubí, zafiro.—Una piedra preciosa, muy afin por su dureza al diamante, es el corundo, que se compone de alúmina pura, y cristaliza en forma de prismas exagonales (fig. 110, 2). Según los colores que suelen afectar sus variedades, se distinguen el *rubí*, que es un corundo rojo claro, el *balai*, de color rojo pálido, la *esmeralda oriental*, que es un corundo verde, el *topacio oriental* ó variedad amarilla, el *zafiro*, de color azul celeste, y el *zafiro de agua*, que es un corundo diáfano é incoloro. Todas estas variedades eran conocidas de los antiguos pueblos orientales, y procedían principalmente de las arenas auríferas y diamantíferas de la India y Ceilán. En el Oriente se llamaba al corundo *jakut* ó *jakint*, nombre que los griegos convirtieron en *hyakinthos*, y, según el color, ó sea la variedad, se le agregaba un calificativo. En la antigüedad se designaba con el nombre de «zafiro» la piedra azul que llamamos lapislázuli y los minerálogos modernos aplican el *hyakinthos* griego, ó sea «jacinto,» á las variedades rojas y anaranjadas de zirconio, que es un mineral distinto del corundo.

Sólo el diamante es capaz de rayar el corundo, el cual raya á su vez todas las piedras preciosas, salvo esa; por esto se emplean tanto para pulir piedras y metales los trozos más impuros de corundo, pero especialmente la variedad hojosa llamada espato adamantino, que se encuentra en China, la India, los Urales, etc., y el corundo granular, ó esmeril, que constituye masas de roca en Naxos (Grecia), Segovia, Badajoz, Ciudad Real (España) y los Estados Unidos.

Las variedades de corundo más apreciadas se encuentran en cristales ó pequeños trozos informes en la masa de rocas metamórficas ricas en cal, así como en granito y gneis, en Ceilán y el Estado de Nueva Jersey, y también en los basaltos de Niedermendig, sobre el Rhin, y de Le-Pay en Francia; además, se hallan en compañía de otras piedras preciosas y oro, en depósitos arenosos superficiales, especialmente en China, Siam y Ceilán. La provincia de Victoria, en Australia, ha producido también zafiros muy hermosos. El rubí se presenta generalmente en pequeños pedazos, por los que suelen pagarse más que el mismo diamante los ejemplares grandes de él.

Espinela.—Es un mineral compuesto de alúmina y magnesia, de color rojo de varios matices, azul, verde y amarillo, brillo pronunciado y gran dureza. Se presenta en pequeños octaedros, formando frecuentemente cristales gemelos ó maclas (fig. 110, 8), en las arenas auríferas de Ceilán y las Indias orientales; aunque es más ligero y blando que el corundo, suelen confundirlo con éste los joyeros. La variedad rojo-azulada se llama *rubí almandino;* la amarilla, *topacio oriental;* la de color de rosa, *rubí balage*, y la roja oscura, *rubí espinela.* La variedad verde es de un color sucio, y se emplea rara vez como adorno; lo propio sucede con la espinela negra, llamada pleonasta ó ceilanita. El nombre «espinela» data de la Edad Media, y se deriva del latín *spinula* (pequeña púa) que le valió sin duda por la forma de sus cristales; los antiguos lo confundieron probablemente con lo que llamaban jacinto.

Zirconio.—Compónese esta piedra de zircona, alúmina y sílice, y sin ser muy dura es muy brillante, razón por la cual, así como por su hermoso color rojo de vino, se estima como adorno. A una de sus variedades de color rojo anaranjado suele llamarse hoy *jacinto.* El nombre «zircón» es de raíz india; en Ceilán, donde se encuentra en abundancia, se llama *cerkón.*

Los grandes zirconios anaranjados, ó jacintos, se colocan generalmente en anillos; pero se emplean con frecuencia zirconios pequeños grises é incoloros, engastándolos en torno de otras gemas, en lugar de diamantes, que imitan bien, merced á su poder de dispersar los colores. Semejantes zirconios diáfanos se encuentran en la naturaleza, pero es una práctica común entre los joyeros el convertir en incoloros los rojos y anaranjados, sometiéndolos á un calor fuerte. Los cristales de zirconio tienen la forma representada en la fig. 110, 3). Se encuentra también el mineral en forma de granos, sin valor para el joyero, en ciertas rocas de Noruega, especialmente en la llamada sienita de zirconio.

Esmeralda, berilo.—En rigor, están invertidos estos nombres, puesto que la esmeralda no es sino una variedad del berilo; pero le damos el lugar preferente por ser, como piedra preciosa, de mucha más importancia. La esmeralda constituye prismas exagonales (fig. 110, 5), de color generalmente verde de prado intenso, pero á veces azulado ó amarillento, que se presentan comúnmente en esquisto micáceo, en el Perú, los Alpes de Salzburgo, los Urales y en Egipto, cerca de la antigua ciudad de Berenice. Los españoles descubrieron esmeraldas por el año de 1555 en las minas de Muzo, cerca de Santa Fe de Bogotá (Colombia), en donde se presentan en una caliza bituminosa correspondiente al sistema cretáceo. En la India no se ha encontrado, hasta ahora, la piedra de que hablamos; todas las llamadas esmeraldas índicas son diamantes verdes, crisólitas ó turmalinas.

La esmeralda propiamente dicha se compone de glucina, alúmina y sílice; es más blanda que la mayoría de las piedras preciosas, y con frecuencia ofrece su masa pequeñas fisuras que perjudican su transparencia, encerrando también á veces diminutas láminas de mica. Pero se encuentra también en cristales grandes, perfectamente transparentes y que se aprecian mucho. No se ha establecido aún con seguridad á qué debe la esmeralda su hermoso color; se atribuía antes á un pequeño contenido de cromo; mas como en muchos casos desaparece el color cuando se caldea la piedra, no tornando á aparecer después, lo que no sucedería con un color de cromo, se cree hoy que dicho color se halla determinado por la mezcla de materias orgánicas, aunque semejante explicación tampoco parece aplicable en todos los casos.

Los griegos y romanos mostraron gran predilección por esta gema, á la que dieron el nombre de *smaragdos*, que derivaron del etiópico. Pero es probable que la piedra que los romanos llamaban esmeralda escita, para distinguirla de la egipcia, no fuera la esmeralda propiamente dicha, sino un espatofluor verde,

ó el dioptas ó silicato de cobre, que se encuentra en las arenas de las estepas kirgisias. La esmeralda verdadera se presenta en filones y huecos en el esquisto micáceo, siendo objeto de la explotación minera; en los criaderos rusos de los Urales se abren canteras y encuentran, además de las esmeraldas, berilos, turmalinas, topacios, amatistas, cristal de roca y otras piedras de adorno. Desde tiempos recientes se explotan también criaderos de esmeralda en los Alpes estirios y salzburgueses, á una elevación de dos mil metros sobre el nivel del mar; pero las piedras son generalmente pequeñas y no muy limpias. Las célebres minas del valle del Tunca, en Colombia, donde, como ya dijimos, se presenta la esmeralda en una caliza bituminosa, se explotan en la actualidad por una Sociedad francesa; en la Exposición celebrada el año 1867 en París se hallaba el grupo de esmeraldas naturales más hermoso que jamás se ha visto, consistente en más de cincuenta cristales de precioso color y transparencia, asentados en su matriz de caliza negruzca. Las tres mayores tenían seis centímetros de largo por más de tres de diámetro, y las más pequeñas, que se hallaban en minoría, tenían longitudes de uno, cinco á dos centímetros. Semejantes ejemplares son sumamente raros, y la verdad es que en este caso no se trataba de un solo grupo natural, sino que dicho conjunto estaba compuesto de varios grupos ó agregados naturales, relativamente pequeños, unidos entre sí con habilidad.

Entre las esmeraldas que han alcanzado celebridad por su tamaño y belleza se citan cinco que trajo Hernán Cortés á España, después de la conquista de Méjico, y que se evaluaban en cien mil coronas; cuéntase que estas piedras fueron el motivo de que Cortés cayese en desgracia con la corte, pues á pesar de que la reina se había enamorado de ellas, el conquistador las regaló á su novia, que también las deseaba. Abstracción hecha de numerosas piedras de gran tamaño, talladas ó vaciadas en forma de copones, como el Sacro Catino de Génova, que se dicen ser esmeraldas, pero que no son más que productos artificiales de la industria del vidrio, ó bien cristales de espatofluor verde, la esmeralda mayor que se conoce se encuentra en el gabinete mineralógico de San Petersburgo: es un cristal procedente de Siberia, que tiene 18 centímetros de largo, 12,23 de grueso por un lado y 10,4 por otro, pesando más de 2,5 kilogramos. El emperador de Rusia regaló un día á Alejandro de Humboldt una esmeralda natural que pesaba 2.000 quilates, ó sean 410 gramos.

El *berilo* ó agua marina, que no se diferencia de la esmeralda por su comsición química, y cristaliza también en forma de prismas exagonales (fig 110, 6) es una piedra que afecta colores verde azulado, verde de mar, azul ó amarillo; aunque por regla general no sea transparente, en cuyo caso no se emplea como piedra de adorno, no es raro hallarla con transparencia en algunos puntos de Siberia, en Egipto y la América Central, pero no en la India. Los criaderos egipcios eran conocidos de griegos y romanos, que empleaban el nombre *berilo* lo mismo que los etiopes. Como los prismas gruesos de la piedra se dejan dividir

transversalmente en láminas exagonales delgadas que, merced á su color verde tan agradable, protegen el ojo contra los rayos del sol, los antiguos construían lentes de berilo con este objeto. Se presentan en la naturaleza cristales de berilo de un metro de largo y de grueso. Las variedades translucientes y opacas no son tan raras, pues constituyen un componente accesorio del granito en diferentes partes de Alemania, Francia, España, etc., labrándose á veces en forma de sellos y otros objetos.

Topacio.—Es otra piedra preciosa bastante estimada, que no se encuentra en las Indias orientales ni en Ceilán. Compónese de alúmina, sílice y fluor, y se presenta en forma de prismas cuadrangulares, exagonales ú octogonales (figura 110, 4) de color amarillo más ó menos intenso, rara vez azulado, rojizo ó incoloro, siendo más duro que el cuarzo y menos que el corundo. Los topacios más hermosos se encuentran en los Urales, cerca de Mursinsk y Miask, embutidos en el gneis, y también sueltos en las arenas auríferas; afectan diversos colores, pero más especialmente un precioso amarillo de oro, y los cristales alcanzan á veces longitudes de 5 á 15 centímetros, y otros tantos de ancho. Los antiguos conocieron probablemente el topacio de los Urales, pero lo confundieron, sin duda, con la esmeralda y el corundo; lo que los egipcios, griegos y romanos llamaban *topaz,* era, según se ha demostrado recientemente, un espatofluor amarillo procedente de la isla del Nilo llamada Topazín. Cerca de Villa Rica, en el Brasil, se encuentran topacios de color amarillo de vino muy oscuro, que al caldearse se vuelven de color rojo de sangre. El topacio se presenta además en diversos granitos y granulitos de Sajonia, Suecia, Inglaterra, etc., acompañando á veces al óxido de estaño, y en Auerbach (Sajonia) constituye, en unión del cuarzo y la turmalina, una masa considerable de roca.

Turmalina.—Este mineral, tan conocido por sus propiedades piroeléctricas, se presenta en la naturaleza en forma de prismas exagonales, terminados por apuntamientos romboédricos (fig. 110, 7) y es de composición química bastante complicada, conteniendo sílice, alúmina, litina, boro, potasa, y hierro. Su color más común es pardo ó negro, en cuyo caso constituye con frecuencia un componente accesorio del granito y otras rocas análogas, llamándose entonces *chorlo.* Pero existen también variedades de hermosos colores, que se emplean como piedras de adorno: tales son la turmalina roja de carmín, ó *rubelita;* la de color de rosa, ó *siberita,* que se encuentra en Miask con otras piedras preciosas; la *esmeralda del Brasil,* y la azul ó *indicolita,* que proceden de la India ó la América meridional. La mayor parte de las llamadas por los joyeros esmeraldas índicas, son turmalinas verdes. El nombre es de origen oriental; los indios le llaman *turnamal,* y los árabes *turmala,* de donde proviene el que le dan los europeos.

Granate.—Los granates, que son, químicamente hablando, mezclas de diversos silicatos de alúmina, cal, magnesia y hierro, se hallan diseminados en mu-

chos esquistos cristalinos y granitos en forma de dodecaedros rómbicos (figura 110, 10) y otros análogos. El más apreciado es el granate noble, ó *almandina*, un silicato de alúmina y hierro de color rojo de sangre ó de guinda, que se presenta en hermosos cristales transparentes en los esquistos micáceos y el gneis de Ceilán, Perú y el Brasil. La variedad de granate llamada *piropo* ó *carbúnculo* es un silicato de alúmina y magnesia, y suele contener un poco de cromo; su color es el rojo de jacinto ó de sangre, y se encuentra generalmente en granos sueltos en los esquistos y gneis y como componente accesorio de ciertas serpentinas, en Bohemia, Sajonia, etc., así como en varias de nuestras Sierras. Después de labrado el piropo, reluce como un carbón candente, por lo que los antiguos hebreos, etiopes y egipcios le designaban en sus respectivos idiomas con nombres que recordaban esta circunstancia; también los griegos le llamaron *anthrax* (carbón), y los romanos *carbúnculos* (carboncito), pasando este último nombre á las lenguas modernas. Son variedades del granate y se emplean como piedras de adorno: la *grosularia*, de color amarillo ó verde claro, que es un silicato de alúmina y cal que se encuentra en Hungría, Italia, Ceilán, etc., y la *melanita* negra de las tufas de Frascati (Roma) y el Kaiserstuhl, en Baden.

Turquesa.—Es una piedra de color azul celeste ó azul verdoso, opaca y relativamente blanda, aunque apta para ser pulimentada, que consiste en fosfato de alúmina hidratado, siempre con la pequeña cantidad de fosfato de cobre y hierro, á la que se debe su color. Se presenta en nódulos, costras y trozos rodados de dimensiones muy variables, en la región de Nischapur (Persia oriental), y Mesched (Afghanistán), así como en Silesia y Sajonia, en esquisto silíceo, y en los Cerrillos de Méjico. Un francés ha puesto de manifiesto y explota desde 1865 un criadero de turquesa en el pórfido de la península del Sinaí, que fué objeto de beneficio en una antigüedad muy remota, según lo demuestran las labores profundas que se presentan y los lienzos de roca cubiertos de bajorelieves y jeroglíficos. Los persas llaman á la turquesa *firuzeh*, y los kurdos y turcos, *pirusa* ó *ferozeh;* en la lengua caldea se la designa con el nombre *torkoi* ó *torkeja*, de donde procede el *turcois* de la Edad Media, que nada tiene que ver con los turcos. Los antiguos griegos le llamaron *kallais*, en vista de su color azul verde de mar, nombre que adoptaron los romanos, y después nuestros mineralogos, que también designan la turquesa con el nombre *calaíta*.

En el comercio se presentan con frecuencia turquesas falsas, en forma de pedazos de hueso ó diente de mammut, que se hallan en los depósitos cobrizos de la Siberia, y están impregnados de carbonato ó fosfato de cobre, que les prestan un color parecido al de la verdadera turquesa, y que no se conserva mucho tiempo al aire seco, sino que se convierte en un verde poco atractivo. A pesar de esta circunstancia, los búcaros imitan la turquesa falsa, tiñendo de azul los dientes de mammut que se suelen encontrar en las estepas de su país.

Ópalo.—Es una sílice amorfa (es decir no cristalizada), y generalmente hidra-

tada, que se estima mucho desde tiempos muy remotos como piedra preciosa, en sus variedades llamadas ópalo noble y ópalo de fuego. El ópalo noble es de un blanco ligeramente azulado ó amarillento, con hermosos reflejos irisados, debidos á multitud de pequeñas grietas en su masa; las piedras más apreciadas son las de visos ó cambiantes rojos y verdes; las que los ostentan amarillos y azules son más comunes. Los ejemplares más hermosos de esta clase proceden, y han procedido siempre, de Czerwenitza, en Hungría, donde se presentan en pequeñas masas ó costras en las grietas de un conglomerado traquítico; en el Oriente no se conoce criadero de ópalo noble, y los ejemplares que han recibido el nombre de ópalo oriental se extrajeron originariamente de Hungría. En cambio se presenta, aunque de calidad algo inferior, en Méjico, Uruguay y Nueva Zelanda. Para dar idea de la estimación de que gozaba esta gema hace algunos siglos, recordaremos que el célebre matemático portugués Pedro Núñez (siglo XVI) poseía un ópalo del tamaño de una avellana, que se valoraba en más de 2, 5 millones de pesetas. El ópalo de fuego es transparente y de color rojo de jacinto ó amarillo, hallándose más especialmente en Zimapán (Méjico) y en Bohemia. Hay además variedades inferiores ó semi-ópalos, blancos, amarillos, verdes, rojos y pardos, que se encuentran con frecuencia en los basaltos y se utilizan para adornar diferentes objetos.

Cerrando aquí la lista de las piedras preciosas propiamente dichas, quedan por describir varias de la categoría llamada semipreciosas; y como el ópalo, por su composición química, tiene tanta afinidad con el cuarzo, hablaremos primero de las variedades de este mineral que se utilizan por vía de adorno.

Cristal de roca.—Constituye la variedad más pura de cuarzo, y consiste en sílice anhidra, es decir, sin agua de combinación, y cristaliza, como el cuarzo común, en prismas exagonales con apuntamiento piramidal (fig, 110, 11); es diáfano é incoloro, de brillo vivo, ofreciendo con frecuencia juego de colores, y de una dureza notable, aunque menor que la del topacio. Se encuentra á veces en trozos muy grandes que, en tiempo del Renacimiento, solían tallarse con mucho arte, en forma de vasos caprichosos, algunos de los cuales se conservan hoy en nuestros museos; los cristales menores se labran imitando diamantes, así como otros objetos de adorno y utilidad, y el cristal más puro se emplea también en la manufactura de instrumentos ópticos. Los ejemplares más hermosos procedían antes de los Urales y los Alpes, presentándose en las hendeduras y huecos de los esquistos cristalinos, y hace tiempo que muchos hombres intrépidos se ganan en Suiza la vida buscándolos. En 1835 se descubrió en el Zinkenstock, del cantón de Berna, una cueva de la que se sacaron más de 500 quintales métricos de cristal de roca; otro hallazgo interesante tuvo lugar en 1869, en una peña casi inaccesible del cantón de Uri, de uno de cuyos huecos se extrajeron en una semana más de 100 quintales métricos de cristal. Muchos de los trozos pesaban más de 100 kilogramos, y hubo que bajarlos en sacos, por medio de

largas cuerdas, al *glaciar* ó ventisquero situado al pie del precipicio; cuando se reunieron todos en Guttannen, se observó que, entre cristal propiamente dicho y cuarzo ahumado, había ejemplares de muestra inmejorables para todos los museos de Europa. Los mejores (figuras 122 y 123) se conservan en el museo de Berna; uno de ellos, llamado «el abuelo» pesa 133 kilogramos y tiene 69 centímetros de alto y 122 de circunferencia; otros dos pesan 128 y 105 kilogramos respectivamente. También se obtienen hermosos ejemplares de cristal de roca en

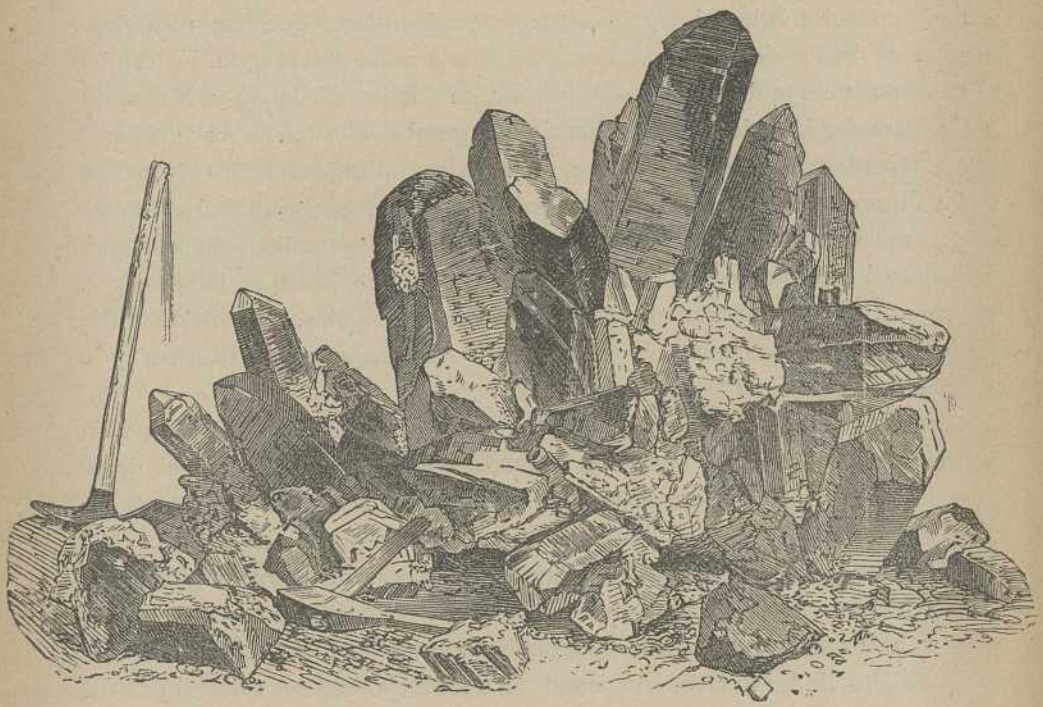


Fig. 122.—Cristal de roca del Cantón de Uri (Suiza).

el Brasil y Madagascar; de esta isla se han importado á Europa cristales aislados colosales, hasta de 8 metros de circunferencia. Los antiguos conocieron el cristal de roca como piedra de adorno, llamándole los caldeos *krystallon*, los griegos *krystallos* y los romanos *crystallum*.

El *cuarzo ahumado*, llamado vulgar, aunque erróneamente, «topacio ahumado,» es una variedad de cristal de roca de color pardo de humo, que se presenta en hermosos cristales en los Urales y los Alpes, empleándose en toda suerte de objetos artísticos. El color procede, al parecer, del carbono, y cuando es muy intenso ó negro, el mineral se llama *morión*.

También la *amatista* es una variedad de cristal de roca, debiendo su hermoso color violado al óxido de manganeso que contiene. No es raro encontrar un cristal de amatista adherido á un lado ó en la punta de otro de cristal de roca; el

número 9 de la fig. 110 representa un ejemplar procedente de Miask, en lo Urales; pero, por regla general, las amatistas constituyen grupos ó agregados en los huecos de las rocas. Los antiguos obtenían las amatistas de dichos montes, así como de Ceilán é Indias orientales; actualmente se encuentran muy hermosas en el Brasil. El nombre es de origen griego; se creía que la piedra tenía la virtud de proteger á su dueño contra la embriaguez, y se la llamó, por lo mismo, *amethystos*, que significa «no emborrachado,» ó «contra la borrachera».

Otra hermosa variedad es el *cuarzo rosado*, que rara vez se encuentra cris-

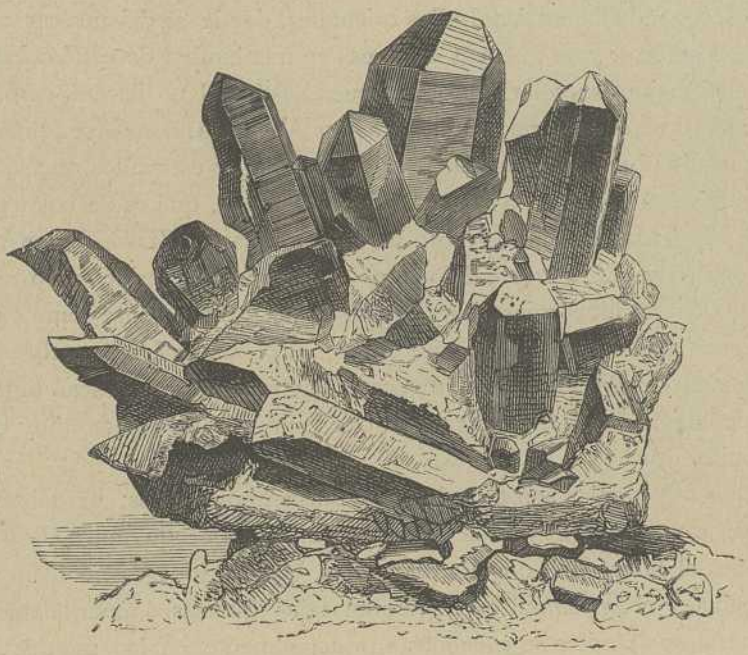


FIG. 123.—Cristal de roca del cantón de Uri (Suiza).

talizado; procede principalmente de Rabenstein, en Baviera, y su color se debe quizá al ácido titánico. El llamado *sinopel* es una variedad parda; otra rojiza es nuestro *jacinto de Compostela*, y hay también una amarilla, llamada *citrina;* los tres deben su color al óxido de hierro y se emplean como piedras de adorno.

También se aprecian ciertas variedades de cuarzo por su estructura ó su color especial, el que es debido á la presencia en su masa de materias extrañas. Tales son: el llamado *prasem*, de hermoso color verde porráceo, que contiene actinolita ó piedra radiada; el *ojo de gato*, que es un cuarzo atravesado por fibras paralelas de amianto, de color gris verdoso ó pardusco, y que, labrado esféricamente, presenta como círculos transparentes de distintos matices, con reflejos cambiantes que recuerdan el ojo de gato; procede de las Indias orientales y se paga bastante caro; pero le hace hoy la competencia el llamado *ojo de*

tigre, ó sea la *krokidolita*, que es una especie de actinolita de matices amarillos de oro y pardos, que se encuentra en el Mediodía de África; el llamado *cuarzo-zafiro* de color azul, contiene al parecer fibras de krokidolita, al paso que la *venturina* ó avanturina de los montes Altai, es rojiza con escamillas doradas de mica.

A la misma familia del cuarzo corresponden las diferentes variedades de calcedonia y ágata, que son cuarzos compactos ó amorfos, esto es, sin cristalizar. Las *cornerinas* son calcedonias rojas y se emplean desde antiguo para anillos, sellos, etc.; las más hermosas, de color rojo de sangre, se encuentran en forma de cantos rodados en las Indias orientales, donde se dejan secar al sol durante años enteros, y se queman entonces en una lumbre de estiércol de cabra, con lo cual mejora su color; claro está que el estiércol no hace al caso, pues se obtienen hermosas cornerinas en el Brasil y Alemania, donde se queman también en una lumbre ordinaria. Otros calcedonios muy estimados, que se emplean para los mismos usos que la cornerina, son la *sarda*, que es de color pardo rojizo; la *crisoprasa*, de un hermoso verde manzana; el *plasma*, de un verde porráceo oscuro, y el *heliotropo*, del mismo verde que el anterior, pero sembrado de puntos ó manchitas rojas. Una variedad semitransparente como cuerno, de color blanco azulado, rojizo ó pardo oscuro, es el *kascholong*, nombre calmuco que significa «piedra hermosa»; á veces encierra dendritas, ó sean figuras musgosas, debidas al óxido de manganeso, que le prestan un aspecto muy caprichoso y bonito.

Dichos calcedonios son de colores y masa homogéneos; pero los hay que presentan capas concéntricas de diferentes colores, siendo entre ellos los más apreciados el *ónice*, en el que alternan fajas blancas y negras, ó blancas y pardas oscuras, y el *sardónice*, que presenta fajas blancas ó amarillentas y rojas. Estas hermosas piedras se encuentran principalmente en los montes Altai, las estepas kirguisias y el Brasil; pero las hay también en el Asia Menor, Hungría y Alemania, en especial cercanas al basalto. Ambas eran muy estimadas por os antiguos griegos y romanos, que labraban en ellas los camafeos más preciosos, tallando las figuras en bajo-relieve en una capa blanca de la piedra, y dejando la capa oscura como fondo; los ónices con fajas concéntricas azonadas se labran en forma de vasos y objetos análogos; y puede juzgarse del valor de algunas de estas obras considerando que una lámina oval de ónice de 10 centímetros de diámetro máximo, perfectamente pulimentada, pero sin trabajo artístico alguno, que se conserva en el museo de Dresde, está tasada en 160.000 pesetas, sólo por la perfecta regularidad de sus zonas y la hermosa combinación de sus colores.

Las *ágatas* son masas irregulares que forman el relleno ó revestimiento de huecos en ciertos pórfidos y meláfidos, y consisten en capas concéntricas de diversas variedades de calcedonia y cuarzo cristalino. Cuando se divide por medio

una masa ó geoda de ágata, ofrece el corte el aspecto que reproducimos (salvo los colores) en la fig. 124, viéndose con frecuencia señalada con claridad la abertura por que pentraron sucesivamente en el hueco las disoluciones silíceas cuyos depósitos acabaron por rellenarlo; á veces quedaron los huecos sin rellenar del todo, y entonces tienen las correspondientes geodas de ágata una pequeña cavidad en su centro, cuyas paredes están tapizadas con cristales de cuarzo, amatista ú otros minerales. Antes se encontraban en abundancia hermosas ágatas en diferentes puntos de Europa, especialmente en Idar y Oberstein (Oldenburgo), donde la talla de estas piedras para toda clase de objetos de utilidad y adorno, daba ocupación á miles de operarios; actualmente continúa la industria, pero las ágatas se importan del Brasil y el Uruguay como lastre de los buques.

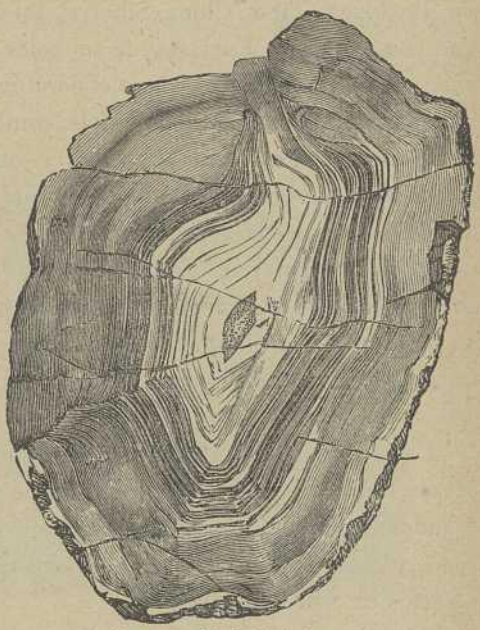


FIG. 124.—Geoda de ágata.

El *jaspe* es también una especie de cuarzo, que contiene, además de la sílice, un poco de alúmina y óxido de hierro, y es opaco con fajas, zonas ó manchas de diversos colores, rojos, amarillos, verdes y negros. Las variedades más hermosas proceden de Egigto y los Urales, y se labran en forma de tableros de mesas, vasos, prensapapeles y objetos análogos.

Adularia, labradorita.—Son dos especies de feldespato que se utilizan como piedras de adorno y para la fabricación de diferentes objetos. La adularia, ó *piedra lunar*, es una variedad transparente ó translúcida de ortoclasa, conocida de los antiguos por sus reflejos nacarados, parecidos á los destellos blancos de la luna; es un silicato de alúmina y potasa, cuyos cristales afectan formas columnares y se encuentran comúnmente como maclas ó gemelos (fig. 110, 12); los mejores ejemplares proceden de los Alpes, donde se presentan en las hendeduras de los esquistos cristalinos. La *labradorita* es una variedad de plagioclasa, y consiste en un silicato de alúmina, cal y sosa, que proviene de la costa del Labrador (América septentrional), donde constituye, con la hiperstena, una roca especial, llamada hiperita. Su atractivo consiste en que, cuando se labra según un plano determinado, su color gris ceniciento se halla como animado por una irisación cambiante de matices rojos, azules, verdes, amarillos, etc. Otro feldespato (microclino) verde, bastante apreciado, es la *amazonita* de América, habien-

do otro con visos verdes muy hermosos, procedente de Siberia, que los antiguos egipcios labraban en forma de diversos adornos, que se encuentran en sus sepulcros.

Lapislázuli.—Es un silicato de alúmina y sosa con sulfato de sosa, muy apreciado por su hermoso color azul celeste intenso; se presenta, por lo general, en masas compactas, más ó menos mezclado con espato calizo y pirita de hierro, que forman puntitos, manchas ó vetas. Encuéntrase más especialmente en Asia (Persia, Buckhara, Tibet, China, Siberia), así como en Chile, empleándose desde antiguo como adorno. En vista de su color, le llamaron los árabes *zumelázuli* (de *azul*, cielo), de donde proviene el nombre que le damos nosotros; los griegos lo obtenían de los caldeos, llamándole, como éstos, *saphir* (zafiro). En Rusia se labra el lapislázuli en forma de vasos y otros objetos artísticos, habiéndose empleado también en el decorado del Palacio de Invierno de San Petersburgo y de la iglesia de San Isaac, donde se ven lienzos de pared enteros y columnas de tan precioso material. Con las partes más puras de esta piedra se preparaba antes el color azul ultramarino, tan apreciado, que, por resultar sumamente caro, ha perdido toda su importancia desde que se fabrica artificialmente en gran cantidad, tan bueno é infinitamente más barato, como veremos en el tomo IV de esta obra.

La *rodonita* es también un mineral muy hermoso, opaco y de diversos matices de rojo, compuesto de sílice y óxido de manganeso; sólo se encuentra en grandes trozos en los Urales. Se labra en Jekaterinburg (Siberia) en forma de vasos y otros objetos artísticos, de los que se ven preciosos ejemplares en los palacios de San Petersburgo.

Malaquita.—Este carbonato de cobre, cuyo precioso color verde de esmeralda ó cardenillo es de todos conocido, se utiliza como piedra de adorno desde tiempos muy remotos, así como en el decorado interior de palacios y en la manufactura de vasos y objetos artísticos, desde que se descubrieron los ricos criaderos de Wissokaja Gora, en los Urales, descritos en uno de los capítulos anteriores. Encuéntrase también en grandes trozos en Grecia, Borneo y Australia. Los antiguos griegos le llamaban *kalchosmaragdos*, y los romanos *pseudosmaragdus;* el nombre que nosotros le damos se deriva del de *molochites*, con que designaban los romanos una piedra verde que se utilizaba como adorno.

Además de los minerales mencionados, se emplean para objetos de adorno y decorativos el espatofluor, el alabastro, la serpentina, el jade ó nefrita, y diversas especies de lava; por último, entran en la categoría de las piedras semipreciosas el ámbar y el azabache, que son minerales de origen orgánico.

El *ámbar* ó *succino*, que se utiliza de diversas maneras desde tiempo inmemorial, es una resina fósil transparente ó translúcida, de hermoso color amarillo que procede de varias especies de coníferas correspondientes á anteriores épocas geológicas. Según noticias que se remontan á unos mil ochocientos años

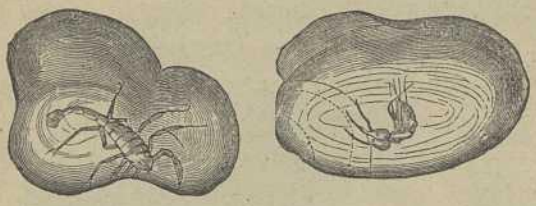
antes de nuestra Era, y lo que ha sucedido en tiempos históricos posteriores, parece que la mayor parte del ámbar procedió de las costas del Báltico, donde se encuentra en pequeñas masas arriñonadas en las dunas y arenas de la playa; es probable que los árboles que lo destilaban constituyeran selvas en una región situada más al Norte, y quedaran sumergidas en el mar, cuyas olas arrojaron la resina sobre las costas, después de pudrirse la madera. Lo cierto es que no sólo se extrae hoy de las arenas que forman la tierra firme, como indica la fig. 125, sino también, y por medio de dragas de vapor, del fondo de las lagunas; por otra parte, después de una tormenta que ha agitado mucho el mar, flotan los trozos de ámbar sobre el agua y son recogidos por hombres que se



FIG. 125.—Explotación del ámbar en las costas del Báltico.

dedican á este género de pesca armados de redes. De una y otra manera, y sólo en la región entre Dantzig y Memel, se extraen anualmente de 140.000 á 150.000 kilogramos de ámbar, el cual se encuentra también, aunque menos abundante y de calidad inferior, en las costas de Dinamarca, Suecia, Noruega, la oriental de Inglaterra, Galitzia, Moravia y varios puntos de España, asociado con depósitos de lignito. Se citan además otras procedencias asiáticas y americanas; pero se refieren en parte á unas resinas fósiles parecidas al ámbar; lo cierto es, sin embargo, que se ha descubierto recientemente ámbar verdadero en depósitos cretáceos de lignito de los montes Líbano, en Siria, y parece probable que el ámbar que en tiempos muy remotos empleaban los orientales (egipcios, hebreos, etc.) en embalsamamientos y como incienso, procediera de estos criaderos. Sea de ello lo que fuere, es indudable que el ámbar del Baltico fué también objeto de un tráfico activo entre los pueblos de aquellas costas y los antiguos egipcios, griegos y romanos, por el intermedio de los fenicios primero, que penetraban, al parecer, con sus embarcaciones hasta el mar del Norte, y después por los etruscos, que recibían el ámbar por vías terrestres.

Esos pueblos del Norte le llamaban *gless*; los egipcios, *sacal;* los sirios *schachal;* los hebreos, *schechelet;* los persas, *karuba;* los árabes, *karabe*, y los griegos, *elektron;* nombre este último que ya se encuentra en la *Odisea* de Homero, y es la raíz de la voz moderna «electricidad,» adoptada en vista de la propiedad del ámbar de electrizarse por frotamiento, fenómeno que ya había observado Tales de Mileto seiscientos años antes de nuestra Era. Después de explicar Plinio por qué se llamaba *electrum* al ámbar, adopta el nombre de *succinum* por considerarlo, con razón, como un jugo ó resina endurecida de una especie de pino; y de aquí nuestro nombre «sucino.» Entonces, como desde los tiempos prehistóricos, y actualmente, se hacían con él diferentes objetos de adorno; hoy se consume gran cantidad en la fabricación de boquillas de pipas, utilizándose los desperdicios y pedazos demasiado pequeños en la preparación de barniz y sahumerios. El trozo mayor de ámbar que se conoce pesa cerca de siete kilogramos, y se conserva en el museo de Berlín. Muchos pedazos de esta sustancia ofrecen singular interés para los naturalistas, por encerrar diversos insectos, arácnidos, etc., que fueron envueltos en los antiquísimos bosques cuando se destilaba la resina, y de los que se han distinguido más de 800 especies; las figuras 126 y 127 representan dos pedacitos de ámbar que encierran un alacrán y una hormiga.



FIGS. 126 y 127.—Pedazos de ámbar que contienen insectos.

El *azabache* es una variedad de lignito muy compacta, negra, dura, pero quebradiza y susceptible de pulimento, que se labra en forma de botones y objetos de adorno de luto. Esta industria florece más especialmente en Whitby (Inglaterra), y tuvo antes bastante desarrollo en el Wurtenberg; pero ha perdido ya su importancia ante la baratura de los objetos de ebonita ó cauchuc endurecido, y de las pastas negras que imitan perfectamente los de azabache y no se rompen con tanta facilidad.

LABRA DE LAS PIEDRAS PRECIOSAS

Para hacer resaltar la belleza de las piedras preciosas, que rara vez se manifiesta en grado suficiente en el estado natural de éstas, se someten á diferentes manipulaciones mecánicas, ora separándolas de la roca á que están adheridas, ora dándoles una forma determinada, quitando las desigualdades ó asperezas de su superficie á fin de hacer valer su transparencia, brillo y poder refringente, ora, en fin, caldeándolas ó tratándolas químicamente para mejorar ó variar su color.

Las piedras preciosas se labran á mano ó con ayuda de aparatos especiales. Las partes de que es preciso despojarlas, con objeto de darles una forma determinada, se quitan en unos casos por mero frotamiento contra una superficie áspera, y en otros se cortan por medio de discos esmerilados, lo mismo que se sacan ángulos y caras planas á un madero redondo, mediante la sierra circular.

Hace tiempo que se ha desarrollado en varios puntos de Europa una verdadera industria, basada en la labra de las piedras semipreciosas, ó de las diferentes variedades de cristal de roca, ágata, etc. Empléanse al efecto grandes muelas circulares de arenisca que se hacen girar rápidamente en un plano vertical por medio de una rueda hidráulica; la parte inferior de estas muelas está bañada de continuo por el agua, y cada una de ellas se halla cubierta por una sólida caja de hierro, con objeto de resguardar á los operarios contra los temibles efectos dc la fuerza centrífuga, que á veces produce la rotura de una muela, en cuyo caso, si se hallara al descubierto, serían lanzados sus pedazos alrededor con gran violencia. El operario sujeta la piedra que trata de labrar en una especie de tenaza de madera, y la apoya contra la periferia ó el borde de la muela, á cuyo fin se halla reservada una pequeña abertura en la caja ó camisa de ésta; en algunos establecimientos ejercen los operarios la presión necesaria según el procedimiento antiguo, que consiste en tenderse boca abajo sobre un banco inclinado, apoyados los pies en un madero fijo en el suelo del taller, mientras con las manos sostienen y aprietan la piedra contra la muela; pero esta posición violenta durante horas enteras es perjudicial para la salud, y por ello se emplean en los talleres mejor montados soportes especiales que oprimen la piedra contra la muela por medio de un tornillo, estando reducido el trabajo del hombre á guiar aquélla y variar su posición, según la forma que desea obtener. Las piedras así desbastadas se pulimentan en un torno especial, provisto de un disco de cobre, que se salpica con esmeril. Por medio de piezas accesorias puede convertirse este torno en un aparato de aserrar las piedras, así como para practicar rebajos en las mismas, ó bien en una máquina de taladrar, á cuyo efecto se emplea un taladro muy fino con punta de diamante. Los perforadores á mano que se emplean en algunas partes para taladrar granates, etc., están fundados en el principio del taladro común de ballesta.

Con la labra de las piedras preciosas propiamente dichas no se trata sólo de producir una superficie destinada en especial á cautivar la vista, sino de hacer resaltar ó acrecentar el efecto que dichas piedras producen en virtud de su color, su brillo y poder refringente. Para esto es preciso obrar con arreglo á determinados principios, teniendo en cuenta en cada caso la naturaleza de la piedra, y que las coloreadas y menos transparentes reclaman otras formas que aquellas cuyo principal atractivo estriba en su gran poder refringente. No pecaremos de exagerados si decimos que la belleza del diamante no se descubrió realmente hasta que se supo labrarlo en forma de brillante.

La labra del diamante es un trabajo lleno de responsabilidad, porque el descuido ó la impericia del operario pueden desvirtuar fácilmente una gema que vale un tesoro. El célebre *Kohinoor*, por ejemplo, se labró por primera vez por un tal Hortensio Borgia, por encargo del shah Zehan; en su estado natural tenía, según se aseguró, un peso de 793 quilates, y al salir de las manos de dicho lapidario no sólo había perdido más de tres cuartas partes de su tamaño, sino que, para colmo de desgracia, tenía una forma asimétrica que producía un efecto deplorable. Cuando el Shah recibió la piedra en semejante estado, no sólo se negó á abonar el precio convenido por el trabajo, sino que obligó al Borgia á pagarle mil rupias de indemnización.

La labra de las piedras preciosas varía, pues, según la naturaleza, color, transparencia, dureza, etc., de las mismas; una piedra de color ofrece mejor efecto cuando se labra en redondo ó esféricamente, mientras que otra, cuyo atractivo reside en sus propiedades prismáticas ó poder de dispersar la luz, resulta más hermosa cuando se halla limitada por facetas ó superficies planas. Antiguamente se contentaban los lapidarios con pulimentar las caras naturales de los cristales, y sólo gradualmente se llegó á descubrir las formas más apropiadas para hacer resaltar la belleza de las diferentes piedras preciosas, datando de entonces la preferencia de las incoloras sobre las de color. Como siempre se busca un nombre al que poder asociar el origen de tal ó cual arte, atribúyese generalmente la invención de la labra perfeccionada de las piedras preciosas, cuyo apogeo nos lo ofrece la de la forma llamada «brillante,» á *Luis de Bergüem*, natural de Brujas, que vivió en la segunda mitad del siglo XV. Pero desde entonces se ha perfeccionado mucho el arte del lapidario, como resulta de la comparación de las piedras que se labran hoy con las de siglos anteriores; perfeccionamiento á que han contribuído poderosamente nuestros más exactos conocimientos mineralógicos. Basándose ya en las leyes cristalográficas, se hace cargo el lapidario de la estructura interna de las piedras cristalizadas, cuyo grado de cohesión difiere en diferentes direcciones, facilitando su división en planos determinados, ó sean los llamados de crucero; y con arreglo á éstos, la dureza ó la elasticidad de la piedra, sabe ajustar sus medios mecánicos al objeto que persigue, con mayor seguridad y economía de material y de tiempo.

La labra de piedras preciosas se verifica en muchas partes; pero los talleres más importantes, especialmente para la del diamante, existen en Londres, Amberes y Amsterdam. En la capital de Holanda ha alcanzado dicha industria gran importancia en los últimos cuatro siglos, y desde el descubrimiento de los diamantes africanos (1867) se da en ella ocupación constante á más de 7.000 personas. En el gran establecimiento de Boas ponen en movimiento varias máquinas de vapor, de una fuerza colectiva de cerca de cien caballos, 438 discos, y encuentran empleo cerca de mil operarios; pero el taller históricamente más célebre es el de Coster, á cuyo hábil lapidario se ha confiado en años recientes

la talla definitiva del *Kohinoor*, como dijimos más arriba, y la de la Estrella del Sur. La fig. 128 representa á Coster en el acto de labrar la primera de esas hermosas piedras.

La primera operación que se emprende con el diamante en bruto es la hendedura. En las direcciones paralelas á las caras de su forma cristalográfica natural, ó sea la del octaedro, el diamante se deja hender con bastante facilidad, después de hechas en su superficie, con otro diamante, las entalladuras correspondientes. Esta operación sólo puede hacerse á mano, porque supone mucha

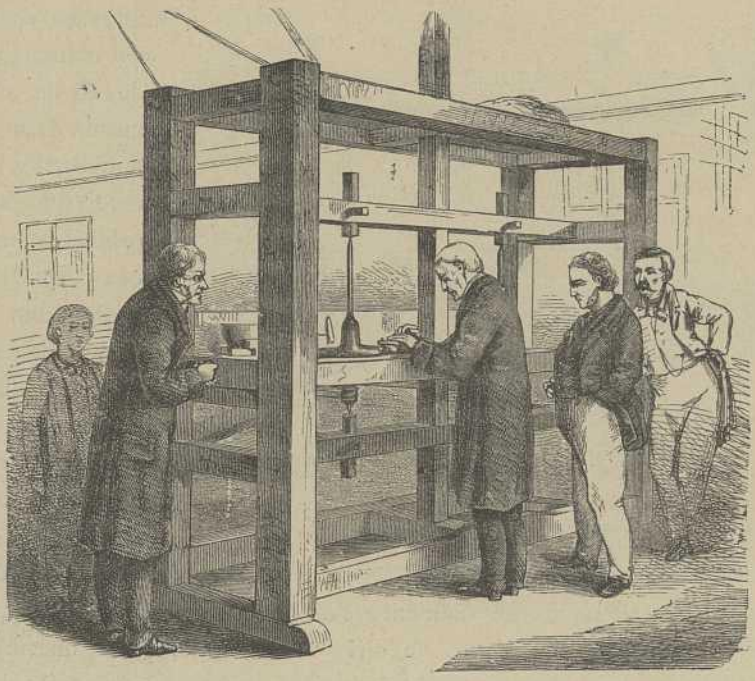


FIG. 128.—El lapidario Coster en el acto de labrar el *Kohinoor*.

habilidad por parte del lapidario; en primer lugar, el diamante se engasta en una masa de mastic y arena fina, contenida en una capsulita semiesférica de latón, provista de un mango de madera; la masa se ablanda al calor de una lámpara de alcohol, y la piedra se hunde en ella de manera que deje libre la cara natural á la que corresponde un plano de crucero, cuya dirección hay que determinar previamente con el mayor cuidado. Una vez sujeto el diamante, coge el operario la cápsula y, apoyándola en la mesa de un modo conveniente, frota con un trozo angular y cortante de otro diamante el sitio de la piedra engastada donde ha de producirse la hendedura, hasta dejar en él una entalladura bien señalada. Hecho esto, fija la cápsula en una abertura practicada al efecto en una gruesa plancha de plomo, y apoyando contra la entalladura el filo de un cuchillo pequeño, golpea el dorso del mismo con una barrita de hierro hasta que salta

el pedacito de diamante que trata de quitar. Repitiendo esta operación en otros puntos del diamante en que trabaja, acaba de darle la forma aproximada que ha de tener después de labrado. Para acabar de señalar las facetas y prepararlas para el pulimento, se engastan dos diamantes, desbastados del modo descrito, en otras cápsulas fijas en el extremo de dos fustes de metal, de unos 20 centímetros de largo, y se frotan uno contra otro hasta producir el resultado apetecido; operación que requiere la mayor destreza y paciencia.

La labra definitiva y el pulimento del diamante se verifica mediante un disco de acero blando de unos 40 centímetros de diámetro, montado en un sólido armazón de madera (figuras 128 y 129) de modo que pueda imprimírsele, mediante una correa de transmisión, una rotación muy rápida en el plano horizontal de la mesa; generalmente se hallan montados dos de estos discos uno al lado de otro, como indican nuestros grabados; el polvo de diamante con que se produce el pulimento se mezcla con un poco de aceite de oliva ó almendra, y se distribuye por la superficie del disco con un pincel fino. El diamante que se trata de labrar y cuyas facetas han sido, cuando menos, señaladas en las manipulaciones anteriores, se engasta en una aleación de plomo y estaño, fácilmente fusible al calor de una lámpara y contenida en una capsulita de metal provista de una punta (fig. 130), mediante la cual se fija, con el diamante hacia abajo, en un pequeño soporte de hierro (fig. 129) que se coloca á un lado del disco giratorio, de modo que la faceta del diamante que se labra descanse de plano sobre la superficie untada de polvo; durante la rotación ejerce el operario sobre el soporte cierta presión con la mano, ó bien mediante pesas que coloca en el mismo, como indica la figura á la derecha; al acabarse una faceta, se varía la posición de la cápsula de modo que presente una nueva cara, y así sucesivamente hasta terminar.

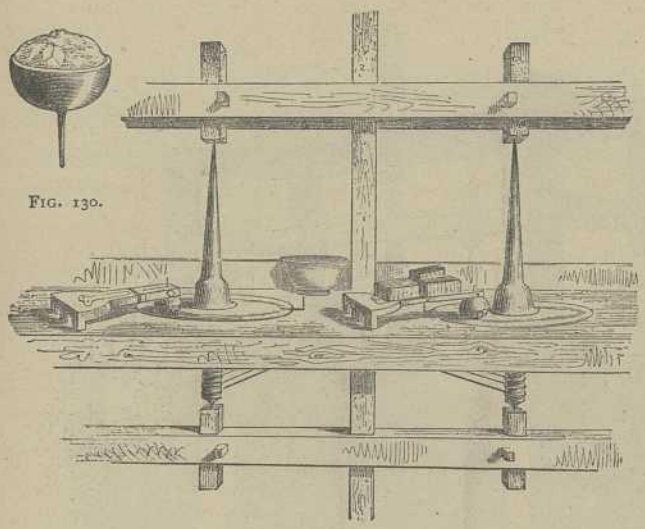


Fig. 130.

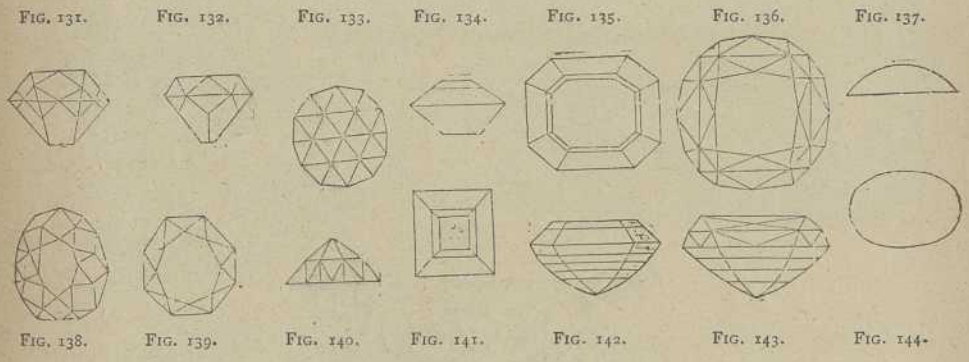
Fig. 129.

Figs. 129 y 130.—Cápsula, soportes y discos empleados en la labra del diamante.

La labra en facetas de las demás piedras preciosas no difiere esencialmente de la del diamante, salvo que las primeras no se dejan hender tan fácilmente

como éste, por cuya razón tiene lugar, por lo común, su desbaste por medio del torno convertido en sierra circular, en cuya operación, lo mismo que en la del pulimento sobre el disco giratorio, se emplea el esmeril finamente pulverizado, cuando la blandura relativa de la piedra no hace necesario el polvo de diamante.

Las formas ó *tallas* que reciben de ordinario las piedras preciosas, tienen de común que todas presentan una zona de diámetro máximo, por la que se engastan las piedras, y que se llama *rondiz*. La parte superior de la piedra, ó sea la que sobresale de la rondiz hacia arriba, y que queda á la vista, constituye el *pabellón*, mientras que la opuesta, inferior, que queda cubierta por el engaste,



Figs. 131 á 144 —Formas ó *tallas* usuales de las piedras preciosas.

es la llamada *culata*. La configuración de la gema está determinada por las proporciones que existen entre las tres partes referidas.

Las tallas principales, representadas en nuestras figuras 131 á 144, son: 1, el *brillante*, que es la más á propósito para piedras como el diamante, cuya forma natural es la octaédrica, porque produce los mejores efectos de luz, y no desperdicia tanto material. El pabellón recibe la tercera parte, y la culata las dos terceras de la altura total de la piedra; la superficie superior, paralela á la rondiz, es la *tabla* y tiene cuatro novenas partes del diámetro de la rondiz, mientras que la cara inferior sólo tiene la quinta parte del diámetro de la tabla. Según el número de las facetas se distinguen diferentes clases de brillantes: la fig. 131 representa un brillante triple, esto es, cuyo pabellón ostenta tres series de facetas, 16 triangulares y 8 cuadrangulares; el brillante doble (fig. 132), tiene sólo dos series de facetas triangulares en su pabellón. Las piedras más grandes se labran con un número todavía mayor de facetas, pero siempre un múltiplo de ocho.—2. La *rosa* (fig. 133) es una forma que se inventó al parecer por el año 1520, y se alza como una pirámide sobre una ancha base, que en parte es elíptica, y las facetas que cubren la pirámide, en número de 24, son generalmente triangulares; el ápice está formado por seis facetas que constituyen

como una estrella. La forma rosa se aplica cuando la del brillante ocasionaría un desperdicio demasiado grande de material.—3. La forma llamada *tabla* (fig. 134) se emplea con las piedras de corta altura ó espesor.—4. Por último, la forma de *cabujón* (fig. 137) que constituye una superficie convexa y lisa. Estas cuatro formas fundamentales se combinan de diversas maneras, produciendo las compuestas que reproducimos en las demás figuras de la serie referida.





PRODUCTOS DEL SUELO

Importancia de la agricultura.—Su desarrollo histórico.—Origen y composición de la tierra cultivable.—Labranza de la tierra: roturación.—Desecación y riego.—Labores ordinarias.—Instrumentos y máquinas agrícolas.—Instrumentos y máquinas para labrar la tierra.—Máquinas de sembrar y recolectar.—Nutrición de las plantas.—Abonos: su empleo y valor.

AGRICULTURA

VIENDO el jefe de los missisares que su pueblo iba á menos, mientras que las «caras pálidas» se extendían más y más, estableciéndose definitivamente en los cotos de caza que desde tiempo inmemorial habían pertenecido á sus antepasados, reunió en torno de sí la gente de su tribu y le habló en los siguientes términos, según el testimonio del viajero francés Crévecœur: «¿No veis que los blancos viven de granos, mientras que nosotros vivimos de carne; que

la carne, para madurarse, necesita más de treinta lunas, y es con frecuencia escasa; que cada uno de los granos maravillosos que siembran ellos en la tierra les produce ciento; que la carne de que vivimos tiene cuatro piernas para huir, mientras que nosotros sólo tenemos dos para perseguirla; que los granos se están quietos y crecen donde el blanco los echa, y que el invierno, que para nosotros es la época de la caza penosa, es para ellos el tiempo del reposo? Por eso tienen ellos muchos hijos y viven más que nosotros. Por eso digo yo á los que me quieren oir que, antes que los cedros de nuestro lugar se mueran de vejez y que los arces del valle cesen de darnos azúcar, la raza de los sembradores de granos habrá destruído á los comedores de carne, á menos que los cazadores se decidan á sembrar.»

No es posible establecer la distinción entre las dos maneras de utilizar los productos del suelo, mejor que lo hizo el jefe americano, á quien le parecía claro hasta la evidencia que, de empeñarse su pueblo en seguir viviendo de la caza y de los frutos que la casualidad le proporcionaba, sin querer sembrar ni cultivar la tierra, acabaría forzosamente por extinguirse, cediendo el puesto á los que cosechaban el fruto de su propio trabajo. No en la superioridad intelectual, ni en las ventajas de las armas de fuego, había visto aquel *piel-roja* bárbaro la causa de la preponderancia del europeo, sino que, con singular tino, había reconocido que el trabajo asiduo, pacífico, era lo que constituía la verdadera fuerza de los blancos que tenía enfrente

La actividad incesante de las fuerzas naturales durante miles y miles de años ha elaborado, por la disgregación de la dura peña, el suelo de nuestro planeta; y esas mismas fuerzas son las que le han hecho capaz de producir la vegetación, y las que sin cesar continúan formando terrenos nuevos y produciendo nuevas plantas. En los lugares donde no penetra el hombre, se cubre pronto el suelo, por regla general, de espesos bosques, en los que sólo los animales hallan medios de existir, viviendo unos de los productos vegetales, á la vez que sirven de alimento para otros animales. Donde el arbolado falta, se reviste de hierbas la superficie, como en las pampas, ó bien queda improductivo, como cuando consiste en parte en piedra ó arenas estériles, ó se cubre de agua, nieve ó hielo. Pero cuando el hombre trabaja el suelo y se empeña en modificar sus condiciones, se abren las selvas, se encauzan las aguas, se desecan los pantanos, los desiertos se riegan y plantan, y sólo desafían sus esfuerzos los elevados peñascos y las regiones sepultadas bajo nieves y hielos, donde únicamente puede dedicarse con algún éxito á la caza y la pesca.

Estas dos maneras de buscarse la subsistencia constituyeron durante largo tiempo, y constituyen aún en algunos países, las únicas ocupaciones del hombre, el que cuando dejaron de ofrecerle los medios suficientes de sustento, aprendió poco á poco á domesticar ciertos animales. El cazador, llevando consigo todavía al principio sus armas, se convirtió en pastor, y se trasladaba de

una comarca á otra en busca de nuevos pastos con que asegurar la existencia de su ganado y, por ende, la suya propia. En las estepas del Asia Central se han conservado hasta nuestros días los pueblos nómadas dedicados al pastoreo, y también en Europa hallamos poblaciones semejantes, cuyos únicos bienes consisten en sus ganados, y que pasan de un lugar á otro, de las llanuras en invierno á las montañas en verano, cuando las hierbas de las primeras se secan y se agotan las fuentes (España, Italia, Suiza), ó que permanecen siempre en planicies á manera de estepas, cual sucede en Hungría y la Rusia Meridional.

La verdadera cultura de cada pueblo empieza con la adopción de la vida sedentaria y el abandono de las faenas puramente pastoriles por las del cultivo de la tierra; el desarrollo progresivo de la agricultura y horticultura determina la seguridad y regularidad en la obtención de los productos alimenticios. La variedad y abundancia de éstos en diferentes comarcas da margen luego á un cambio de géneros; se desarrolla el comercio y, por lo tanto, la división del trabajo, base esencial de la industria moderna y de todo nuestro progreso presente. Cada uno contribuye á su manera, y en la medida que le es dado, á la utilidad propia y colectiva; y aunque sólo se ocupa personalmente en aquello para que tiene aptitud ó inclinación, puede hacerlo sin temor de que le falten los medios de satisfacer sus necesidades más apremiantes.

La producción del suelo constituye la verdadera base de toda humana actividad, pues nos proporciona los alimentos sin los que ni nosotros ni los animales domésticos prodríamos existir, y también las primeras materias, que convertimos, mediante la industria, en mil productos indispensables. Por consiguiente, el objeto principal del cultivo del suelo debe ser el de producir dichas materias en cantidad suficiente, y de promover y mantener en el grado más alto posible la fecundidad de la madre tierra. La extensión de los terrenos incultos disminuye de continuo, mientras que la producción aumenta, al punto de que ningún valor puede compararse con el de los productos del suelo en países civilizados. Se calcula que un cazador necesita, para su propio sustento, un territorio de caza de 1.200 á 1.500 hectáreas, mientras que un pastor, con el ganado que le es preciso, puede sostenerse sobre una superficie de 120 á 150; pero el labrador trabajando según los procedimientos más rudimentarios, no necesita más de 12 á 15 hectáreas, y si lleva el cultivo con arreglo á los adelantos modernos, puede satisfacer sus necesidades con sólo una ó dos, bastándole la cuarta parte ó la mitad de una hectárea si se dedica á la horticultura, y menos aún si se practica con inteligencia la floricultura, con un invernáculo ó estufa y otros medios análogos. Más favorable todavía puede ser la posición del hombre que se ocupa exclusivamente en cultivar ciertas plantas muy reproductivas, como el tabaco, la vid, el lúpulo en países donde se bebe mucha cerveza, el té, el café, etc.

Semejantes ventajas no son posibles sin una combinación bien entendida del trabajo y el capital; el cazador lleva consigo todos sus bienes, consistentes

en sus armas, que en muchos casos él mismo ha fabricado, alguna vajilla de cocina y utensilios parecidos; el pastor necesita ya algo más, especialmente una tienda y sus accesorios, los utensilios precisos para elaborar los productos animales y ciertos medios de transporte. Pero el labrador precisa tener casa para sí y cuadra para su ganado, aperos é instrumentos, carros, etc.; cuanto más desarrollada está la agricultura, tanto más complicados y costosos son los medios que requiere su ejercicio, y tanto más valor adquiere el suelo mismo; el cultivo moderno recurre ya al empleo de las máquinas de vapor y de medios auxiliares de todas clases. El selvicultor persigue la buena administración de los bosques, y cuenta para ello con el poderoso factor del tiempo; puede dejar lo esencial á las fuerzas de la Naturaleza, y cuidar solamente del aprovechamiento ordenado de las selvas y de su constante repoblación. El agricultor aprende pronto á secundar las fuerzas naturales, mediante una roturación cuidadosa y el abono de las tierras, así como una buena alternativa de cosechas en un terreno dado; cultiva diferentes plantas, cría ó mantiene diversos animales, y debe comprender el arte de combinar la agricultura propiamente dicha y la ganadería de la manera más apropiada á determinadas condiciones locales; es á un tiempo productor y consumidor, y entra en relaciones comerciales con otros; pero también puede considerársele como industrial, por cuanto, siguiendo las tendencias de la agricultura moderna, trabaja en vista de la primera transformación industrial de sus productos. El hortelano y el jardinero son á su vez cultivadores de plantas especiales de utilidad y adorno, y trabajando con medios perfeccionados y capital en terrenos de gran valor, mediante la construcción de invernáculos ó estufas, ha llegado á regularizar las condiciones climatológicas para sus plantas, y gracias á la aplicación inteligente de ciertos métodos de cultivo y el empleo de abonos convenientemente preparados, se ha hecho en cierto modo independiente de las estaciones.

DESARROLLO HISTÓRICO DE LA AGRICULTURA

Antes de que la agricultura alcanzara su actual florecimiento, tal como se presenta en Inglaterra y algunos países alemanes, hubo de pasar, como era natural, por una serie de estados de desarrollo, sufriendo no pocas veces la paralización y hasta el retroceso consiguientes á profundos trastornos políticos y dilatadas guerras. Aun hoy mismo queda bastante rezagado en general su desarrollo respecto del que han tenido las demás artes é industrias; pues si bien la agricultura constituye siempre el primer paso de los pueblos en la vía de la civilización, es lo cierto que se estancó al principio, y no comenzó á progresar sino después que la ciencia, las artes, la industria, el comercio y los medios de transporte alcanzaron cierto grado de perfección y reclamaron imperiosamente un adelanto correspondiente en el cultivo del suelo.

Si se admite que las plantas y los animales son originarios de los países en donde se encuentran todavía en su primitivo estado, la mayoría de nuestras plantas de cultivo y de nuestros animales domésticos proceden del Asia anterior y central. El maíz, la patata y el tabaco nos llegaron de América, desde donde se difundieron por todas partes del mundo; y del mismo continente procede el pavo, mientras que el caballo y la vaca, que hoy abundan en estado salvaje, fueron introducidos en América por los españoles. No se conoce la patria primitiva del trigo; el centeno, el trigo sarraceno y la cebada fueron traídos á Europa desde el Asia en tiempos muy remotos, y la avena es originaria del Norte de Europa.

Las leguminosas y la mayoría de las plantas forrajeras eran ya conocidas de los griegos, desde cuyos tiempos se cultivan con diligencia. En cambio, todas las especies del género *brassica*, que producen semillas oleaginosas, fueron más tarde objeto del cultivo, á medida que se reconocía el valor de las plantas silvestres en las costas franco-inglesas, y se criaban variedades aprovechables de ellas; tal sucedió con la remolacha, que por el año 1700 se llevó por primera vez desde las playas marítimas á los campos cultivados, y de la que tenemos hoy multitud de variedades, que cada día son más numerosas, gracias á los adelantos de la agricultura.

Con respecto al inmenso número de especies vegetales y animales, es muy exiguo el de las plantas cultivadas y de los animales domésticos. Muchas plantas han sido reconocidas como útiles en diversas épocas, relativamente recientes, y todavía se descubre hoy de vez en cuando alguna digna de ser cultivada; pero las más importantes fueron conocidas del hombre en tiempos muy remotos, que de siglo en siglo las ha seguido cultivando casi de la misma manera. En la actualidad son plantas de gran cultivo, que sirven de alimento al hombre ó á los animales directamente explotados por él, el trigo, el maíz, el centeno, el arroz, la patata, algunas leguminosas, la cebada, el trigo sarraceno, la avena y otras; también se cultivan, aunque en menor escala, otras plantas de limitadas aplicaciones, ó propias solamente de regiones determinadas.

La vaca, el caballo, el asno, la oveja, el cerdo, la cabra y varias especies de aves constituyen, hablando en general, el grupo de los animales domésticos propiamente dichos, en cuanto tienen importancia para la economía rural; de un modo natural ó mediante la cooperación del hombre, se han diseminado en todos los países, modificándose en parte de una manera notable. El camello, la llama y el reno son animales domésticos propios de determinadas regiones; y si agregamos el perro, el gato, el hurón, el conejo, y acaso también el conejillo de Indias, completaremos la enumeración de los animales que el hombre ha reunido en torno de sí para sus usos domésticos. Los demás animales no se han prestado hasta hoy á la domesticidad, y sólo el elefante se coge y amansa y se utiliza como bestia de carga, aunque no es objeto de la cría propiamente dicha.

Las excavaciones practicadas durante los últimos años en los palafitos ó habitaciones lacustres prehistóricas, no han revelado nada esencialmente nuevo relativo al asunto que nos ocupa, salvo la demostración de que algunas conquistas del hombre son más antiguas de lo que antes se sospechaba. Desde las épocas más remotas ha logrado el hombre producir gran número de variedades de las plantas de cultivo más importantes, si bien ha modificado poco sus especies; los animales domésticos se nos presentan también en muchas variedades, pero en bastantes casos se notan en ellos perfeccionamientos esenciales, al me-



Fig. 145.—Labranza de la tierra, en Egipto.

nos con relación á su utilidad para el hombre. Mientras los resultados obtenidos en la mejora de las plantas por el cultivo son, en general, bastante modestos, manifestándose principalmente en la floricultura y la horticultura, los triunfos de la cría de ganados han sido muy notables en los últimos tiempos.

Las noticias auténticas más antiguas sobre agricultura provienen de Egipto, donde, miles de años antes de nuestra Era, aprovechaban los habitantes los desbordamientos periódicos del Nilo, en combinación con un sistema bien entendido de riegos, que llegó á desarrollarse por toda la parte baja del país. El trigo y la cebada eran los cereales principales que se cultivaban, y las huertas representadas en las interesantes pinturas y esculturas de los antiguos sepulcros demuestran la importancia que daban los egipcios á la horticultura. Un arado parecido á los que se emplean aún en muchos países orientales, lo mismo que al instrumento primitivo que todavía prevalece en Andalucía, una especie de grada y varias formas de azada, eran los aperos de labranza, mien-

tras que para la recolección se usaban hoces de diferentes formas. La cría de ganados estaba descuidada; el caballo, importado del extranjero, se usaba como animal de silla y de tiro desde el año 1800, próximamente, antes de nuestra Era. Pero nunca salió en Egipto la agricultura de la rutina primitiva, pues la escasa estima en que la tenían las castas dominantes del clero y los guerreros, y los tributos onerosos á que estaban sujetos los labradores, impedían todo progreso en el cultivo.

En Grecia se desarrollaron bastante pronto la agricultura y la ganadería, particularmente esta última, sobre todo en Epiro y en Macedonia, donde se ponía gran cuidado en el cultivo de las plantas forrajeras. El sistema de riego,

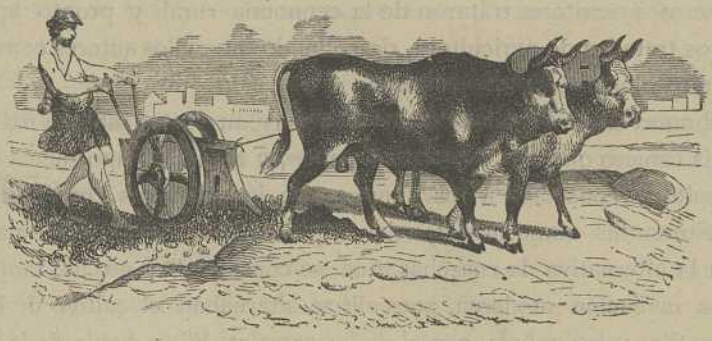


Fig. 146.—El arado en la antigua Grecia.

copia del egipcio, se completó con la desecación de los suelos pantanosos, y también se abonaban y enmendaban los terrenos mediante la marga y la cal. En los mejores tiempos de Grecia gozaban de gran consideración la agricultura y la cría de ganados, y hubo escritores que trataron de ellas, contándolas, como la vida campestre en general, entre las ocupaciones y placeres más gratos. Todo cuanto á ellas se refería se relacionaba de diversos modos con la Mitología, que no era otra cosa, en el fondo, que una exposición poética de la Naturaleza. Demeter, la Madre Tierra, la Ceres de los romanos, era diosa de la agricultura y la fecundidad, y enseñó á Phytalos el cultivo de la higuera, á Celeus, el del trigo, y á Triptolemos, el de los demás cereales; se la atribuía el invento del arado y de la hoz, y se erigían templos en su honor. Según el mito, Poseidón (Neptuno) inició á los griegos en el modo de amansar el caballo y la excavación de pozos para obtener agua; mientras que de Dionysos (Baco) aprendieron el cultivo de la vid, de Pallas (Minerva), el del olivo; de Pan, la selvicultura y la cría de ganados, y de Príapo, la horticultura y la poda de los árboles frutales. Pero la legislación agraria valía poco; la agricultura acabó por encomendarse únicamente á los esclavos; la propiedad territorial se concentró en pocas manos, y cuando más tarde predominaron los intereses comerciales y los griegos

casi cubrían sus necesidades con las importaciones que hacían, degeneró por completo la agricultura.

Entre los antiguos pueblos de Italia, especialmente los samnitas, era muy apreciada la agricultura, que bajo los romanos se elevó al rango de un verdadero arte. Ciudadanos tan nobles como Cincinato abandonaban el arado cuando la patria reclamaba sus servicios, pero volvían á asirlo una vez alejado el peligro. En medio de los apuros que originaban los trastornos políticos, Marco Porcio Catón escribía sobre la agricultura, sentando como condición de un hombre recto la conservación y mejora del terreno heredado de sus padres. Virgilio cantó sus *Geórgicas;* otros poetas celebraron la hermosura de la vida campestre, y muchos tribunos y nobles ambicionaban la fama de buenos agricultotes. Numerosos escritores trataron de la economía rural, y pronto aparecieron verdaderos tratados de agricultura, descollando entre ellos autores como Varron, el gaditano Columela, Paladio y Plinio.

La labranza era notable; las tierras se abonaban de una manera más perfecta y con más esmero que hoy en muchos países, y era tal la importancia que aquellos agricultores concedían á los abonos, que los romanos contaban entre sus dioses á Stercutius, como inventor del empleo del estiércol. En Roma se practicaba ya la alternativa de cosechas, que se consideraba, no ha tanto tiempo, como una invención moderna, pues allí se alternaban el cultivo de hortalizas, plantas textiles y legumbres, con el de los cereales. Plinio habla de la influencia benéfica de las habas sobre el crecimiento del trigo que se sembraba después en el mismo terreno, y se extiende sobre los méritos de varias familias nobles por haber introducido el cultivo de diferentes leguminosas, que les valieron los sobrenombres de *Lentuli*, *Fabii*, *Pisones* y *Cicerones*. Los tres reinos de la Naturaleza tenían que suministrar su contingente al abono: se recogía cuidadosamente y empleaba al efecto toda clase de desperdicios; en los grandes palomares se guardaban miles de aves, no sólo al intento de cebarlas para la mesa, sino también para aprovechar sus excrementos (palomina); el altramuz se cultivaba especialmente como abono verde, y se utilizaba también toda clase de cenizas. No se carecía de buenos aperos de labranza; el riego era excelente, y para la desecación se construían canales subterráneos, con ladrillos planos y cóncavos; se usaban también aparatos especiales en la recolección y la trilla. La división de los campos era sistemática, y la administración de las fincas rurales un modelo de orden, hasta en el más pequeño pormenor; había magníficas granjas para la cría de ganados, y adquirieron celebridad los inmensos estanques en que se conservaban y criaban peces y otros animales acuáticos.

Durante el Imperio se acentuó gradualmente el lujo, gastándose inmensas sumas en el establecimiento de parques, jardines de recreo y casas de campo, y reduciéndose de un modo proporcional la extensión de los campos laborables; la propiedad territorial se fué acumulando en manos de pocos propietarios, cuyas

extravagancias suponían gastos cada vez mayores, al punto de que no había capital para la agricultura; entonces se arrendaban las tierras al que más daba; la opresión de los trabajadores, ó sea de los esclavos, fué en aumento, dando lugar á motines sangrientos, y el país se iba empobreciendo, tanto más cuanto que la política usuraria de los grandes favorecía la importación de cereales para ganarse en su comercio sumas crecidas. Guerras sangrientas completaron la decadencia, dejando campos arruinados que, aun hoy, siguen en parte yermos; así es que sólo por las obras de los escritores romanos tenemos idea de aquellas hermosas campiñas de antaño, con sus magníficos caseríos, sus extensas tierras de labor y prados, sus preciosas huertas y jardines, sus viñedos y árboles frutales, sus grandes cuadras llenas de ganados, sus estanques en que pululaban los peces de todo género, sus numerosas colmenas y sus bien ordenadas lecherías.

Después de las revueltas que sucedieron á la caída del Imperio, comenzaron los pueblos del Norte á ocuparse de la agricultura, iniciando esta campaña de paz los monasterios, que en muchos casos siguieron las prescripciones de autores romanos, sin atenerse á las condiciones climatológicas de sus respectivas comarcas. En tiempos anteriores, en las primeras relaciones de los conquistadores del Mediodía con los germanos, galos y bretones, se hallaba á muy bajo nivel la agricultura de estos pueblos; los hombres se cuidaban sólo de la caza y la guerra, dejando á sus mujeres y esclavos las atenciones del cultivo, que se reducía á la avena, la cebada y el lino; el ganado constituía la riqueza principal, porque era más fácil ponerlo á salvo, y los *chaukes* eran celebrados como criadores de caballos. Los romanos les familiarizaron con el arado, así como con el cultivo del trigo y la vid, y sus propios métodos agrícolas; y más tarde, bajo el dominio de los francos, y gracias especialmente á la legislación tan sabia de Carlomagno, se dió á la agricultura un impulso notable. En la Edad Media, y merced al feudalismo y al consiguiente monopolio de la propiedad territorial, que compartían los grandes terratenientes con la Iglesia, cargaron los gravámenes tan onerosamente sobre el vasallo, y de tal suerte le vejaron durante esa larga época de luchas y disensiones, que nada pudo adelantar al arte de que tratamos.

En ese mismo período, y bajo la dominación de los moros, floreció la agricultura en España como no se conociera antes ni después. Merced á una sabia dirección y á un sistema modelo de riegos, había ese pueblo invasor convertido nuestras extensas vegas en inmensos y hermosos huertos, de los que sólo nos quedan pálidos recuerdos en los alrededores de Sevilla, Córdoba, Granada y el litoral del Este. En efecto; la agricultura, que sólo llegara á florecer en nuestro país al amparo de los moriscos, recibió un golpe mortal con la expulsión de éstos, bajo Felipe III, transformándose la nación poco menos que en páramo desierto, y enseñoreándose la miseria donde antes reinaba la abundancia. La

institución de los mayorazgos acabó de esterilizar la tierra, y la ignorancia y la ociosidad, fomentadas, como dice un historiador acreditado, por legiones de frailes, monjas, sacerdotes, familiares, alguaciles, carceleros, fiscales, notarios, criados y verdugos de la Inquisición, acólitos y cantores de la Iglesia, ermitaños, santeros, demandantes, sacristanes, legos, novicios, monaguillos, campaneros, organistas y otras infinitas categorías de músicos y danzantes, acabaron con lo demás, al punto de que todavía hoy estamos sufriendo las consecuencias de tantas desdichas.

¡Qué cuadro tan distinto ofrece, en cambio, el desarrollo de la agricultura en los Países Bajos é Inglaterra, cuya ruina concertaron en vano, con el Papado, nuestros Reyes más omnipotentes, quijotescos campeones de la unidad católica! A esos pueblos enérgicos y perseverantes, menos favorecidos por la Naturaleza que alentados por una atmósfera de libertad é independencia, se debe en materia agrícola, como en tantas otras, la fecunda iniciativa que siguieron más ó ménos tarde los demás. Las primeras mejoras en el ramo del cultivo, así como en el de la cría de ganados, datan en Inglaterra del reinado de Enrique VIII; mientras que en Holanda, donde los habitantes vivían en lucha continua con el mar, cuyas aguas amenazaban arrebatar los frutos de su trabajo, desarrollóse bien pronto, con la construcción de inmensos diques y multitud de canales, un sistema combinado de riegos y saneamientos, merced al cual se cubrió el país de huertos y prados bien cultivados, base, estos últimos, de la cría de una raza inmejorable de ganado vacuno. Desde los Países Bajos se propagó á los demás el cultivo del trébol, que señaló en el siglo XVIII nada menos que una revolución en la agricultura del continente, después de demostrados en Inglaterra sus beneficiosos efectos. Al mismo tiempo no dejó de ejercer influencia la patata, que trajeron los españoles desde el Perú á Europa, á mediados del siglo XVI, y que se cultivaba ya en gran escala en Inglaterra desde el último tercio del XVII.

Hasta el mismo período del siglo XVIII no se notó en los principales países del continente la tendencia á romper con una rutina secular en materia de agricultura. *Thaer* introdujo en Alemania el sistema empírico ingles, y reconociendo, con Pestalozzi y Fellenburg, la necesidad de instruir á los cultivadores, fundó establecimientos de enseñanza agrícola, formando una escuela racional, que prestó buenos servicios, á pesar de sus errores. La misma dirección reformadora se hizo sentir en Francia, Suiza, Austria y hasta Rusia, donde se establecieron también escuelas de agricultura práctica, y en el primer tercio de nuestro siglo las ciencias naturales comenzaron á influir en el cultivo. El inglés *Humphry Davy* fué el iniciador de la química agrícola, á la vez que el francés *Chaptal* estudiaba los efectos de los abonos. *Buffon* había intentado establecer sobre bases científicas la enseñanza relativa á la cría de ganados, ramo en el que habían alcanzado ya los ingleses, en la segunda mitad del siglo pasado, resultados notables, y *Bakewell* se considera, con razón, como el fundador del

arte moderno. No menos notable fué el impulso que se dió á la arboricultura y selvicultura, especialmente en Alemania, para cuya enseñanza se fundaron varias escuelas especiales, á partir del año 1772.

La publicación en 1840 del célebre libro del alemán *Liebig*, titulado «La química en su relación con la agricultura y la fisiología,» señala un nuevo punto de partida para la agricultura. Quedaba en dicha obra expuesto y demostrado el carácter de la alimentación de las plantas, y sentada, por lo tanto, la base fundamental del cultivo de la tierra, ó sea la reposición metódica en ella de los elementos extraídos por los vegetales; lo que dió ocasión á una nueva é importante industria, á saber: la fabricación de abonos artificiales. Al mismo tiempo, y merced á la propaganda de Liebig y sus partidarios más entusiastas, afirmábase la doctrina químico-fisiológica de la alimentación del ganado, en tanto que los descubrimientos de *Darwin* acerca del origen de las especies imprimían nueva condición á la cría de los animales. Pero los progresos en los sistemas agrícolas entrañaban mejoras correspondientes en los aperos é instrumentos de labranza, punto en el que estuvo también á la altura de las circunstancias el genio nventor del inglés; y no fué poca la sorpresa y admiración de las demás naciones que concurrieron á la primera Exposición Universal de 1851 al contemplar las numerosas aplicaciones de la mecánica, incluso la de los motores de vapor á la labranza, la siembra, la recolección de frutos, etc.; medios que ya en Inglaterra habían sustituído hacía tiempo, con notables ventajas, al trabajo puramente manual. Desde entonces ha tomado carta de naturaleza la maquinaria agrícola, que se fabrica en otros países del Norte y Centro de Europa, y de algunos años á esta parte se introduce en los del Mediodía, si bien en España son muy pocos los labradores que hasta el presente han reconocido su verdadera importancia.

ORIGEN Y COMPOSICIÓN DE LA TIERRA LABORABLE

La capa pulverulenta y superficial de nuestro globo que sirve de asiento á las plantas, y á la cual alcanza la acción del cultivo mecánico, que es la que constituye lo que llamamos *suelo* ó *tierra laborable*, es el resultado de la descomposición de las rocas, en las que, al calentarlas, producen los rayos solares la dilatación desigual de sus partes componentes, formándose grietas en que penetra el agua procedente de los meteoros acuosos; la cual, si la temperatura desciende á 0°, se congela, y al congelarse se dilata, y por su dilatación ensancha esos intersticios, ocasionando la disgregación de la roca; cuando no sucede esto, tiende el agua á penetrar en la roca, disgregándola y socavándola mecánicamente al rozar el líquido con las partículas terrosas, ó por reacciones químicas que favorece la presencia del agua. Al mismo tiempo, los musgos y líquenes, adhiriéndose á las asperezas superficiales de las rocas, crecen y mueren, prepa-

rando un lecho para las plantas de organización más complicada, cuyas semillas, transportadas de otros puntos por los vientos ó los pájaros, germinan en aquél, penetrando sus raíces en las grietas de la roca, ensanchándolas á su vez y abriendo paso al agua y al aire. Además, el oxígeno y el ácido carbónico del aire descomponen las rocas, que con el tiempo no pueden resistir las influencias reunidas de las fuerzas mecánicas y químicas; poco á poco se desmoronan, separándose trozos más ó menos considerables de la masa principal y arrastrando otros en su caída; al impulso de tormentas, aludes y ventisqueros se acumulan esos materiales en el fondo de los valles elevados, y encargándose de ellos las aguas corrientes, los revuelven, trituran y pulverizan, arrastrándolos y depositándolos en las llanuras. De esta manera se han formado y siguen formándose los suelos laborables, ora como capa de descomposición de la roca madre que sigue revistiendo, y que podemos llamar tierra de formación local, generalmente pedregosa, basta y uniformemente mezclada, ora como depósitos formados por las aguas, ó tierras de aluvión, constituídas por légamos más ó menos finos y fértiles, ó bien por arenas y gravas.

La lava que rebosa de los cráteres de los volcanes se endurece poco á poco, y se halla después sometida á la influencia desintegrante de los agentes atmosféricos; en su superficie se desarrollan también al principio los musgos, líquenes, algas y plantas análogas, cuya muerte produce el primer *humus*, originando gradualmente las condiciones necesarias para la existencia de una vegetación más robusta. Si una erupción submarina hace surgir del seno de las aguas un cono desnudo, como el Stromboli, por ejemplo (una de las islas Lipari, al Norte de Sicilia), al cabo de pocos años se cubre de una tierra vegetal verduzca y no tarda en coronarse de bosques. De igual modo, donde la actividad de los animales del coral eleva sobre las aguas del océano un atol, es decir, una de esas islas anulares y bajas que se presentan en tan gran número en el Pacífico, no tarda en cubrirse de vegetación, acabando por crecer en él las palmeras.

La capa laborable no es en su origen más que una formación mineral; pero, andando el tiempo, se cubre y mezcla con restos de vegetales y animales muertos; el terreno laborable es ya un producto de transformación, una tierra ya preparada para servir de habitación á plantas por las fuerzas naturales combinadas con el trabajo del hombre. Abstracción hecha de algunos metales, que no entran en la composición de las plantas, casi todos los cuerpos simples que constituyen las rocas forman el suelo laborable y pasan luego por difusión al interior de los seres vivos, transformándose en materia organizada, en tanto que aquellos otros se difunden únicamente hasta que se establece el equilibrio entre el medio exterior y el vegetal. Un terreno fértil debe presentar ciertas propiedades químicas y físicas favorables: las primeras dependen de la acumulación de material nutritivo, esto es, del contenido de la tierra en ácidos fosfórico, sulfúrico y nítrico, amoniaco, potasa, cal, magnesia y hierro, así como de agua,

que sirve á la vez como alimento y medio de transporte. Las propiedades físicas, que determinan el estado de permeabilidad y humedad del terreno, dependen del contenido de éste en arcilla, arena, cal y humus. Ninguno de estos cuatro componentes principales es capaz por sí solo para hacer que las plantas cultivadas alcancen su completo desarrollo, por lo que los terrenos fértiles son los que están constituídos por una mezcla armónica de todos ellos.

Si sometemos una tierra laborable al análisis mecánico ó procedimiento de levigación, con el objeto de separar los materiales que la forman con arreglo á su diámetro, encontramos que el suelo ó tierra de labor se compone en primer término de piedras y grava gruesa, materiales que pueden separarse á mano, antes de tamizar la tierra. Lavando y desecando estos materiales tenemos la proporción en que entran á formar el suelo. Los demás elementos se separan con facilidad unos de otros sin más que cribar ó tamizar la tierra por tamices cuyos agujeros tienen un milímetro, medio milímetro y un cuarto de milímetro de diámetro respectivamente; es un procedimiento análogo al que emplean los comerciantes de ultramarinos para separar ó clasificar las legumbres comestibles por su diámetro á fin de venderlas á distintos precios. Completa este análisis mecánico la separación de los restos orgánicos, separación que puede hacerse sin más que recogerlos con una espumadera, puesto que sobrenadan cuando la tierra se vierte en una vasija llena de agua. Procediendo de esta manera, encontramos que la tierra de labor se compone de los materiales siguientes: una parte, compuesta de piedras, gráva y arena gruesa, materiales todos de mayor diámetro que $0,^{m}001$ y que constituyen, por decirlo así, el esqueleto de la tierra; de arena fina, de mayor diámetro que un cuarto de milímetro; de restos orgánicos, y además de una parte terrosa y muy fina, que no puede separarse más que por filtración, y que contiene la arcilla y alguna caliza pulverulenta.

Claro está que este modo de obrar no puede darnos idea de la composición de la tierra; pero tiene, en cambio, la ventaja de que agrupando los componentes de ésta por su diámetro, da idea de la variación que pueden experimentar las propiedades físicas del suelo. Bastará, para comprenderlo, citar un ejemplo: la caliza, cuando se encuentra en granos gruesos, tiene propiedades análogas á las de la arena silícea; como ella, es muy permeable y muy capilar; en cambio, si se halla en estado pulverulento, se asemeja al carbonato de magnesia y al *humus*, teniendo entonces grandes condiciones de impermeabilidad. Ahora bien; el análisis mecánico, indicándonos el diámetro de este componente del suelo, nos servirá para decir inmediatamente si la tierra de que se trata es permeable ó impermeable, contribuyendo así á adoptar uno ú otro procedimiento de cultivo.

La tierra laborable ha sido siempre objeto de estudio desde que el hombre, abandonando sus instintos de pastor y de cazador, se convirtió en agricultor; por consiguiente, á partir de esta época, lo natural es que los labradores hayan

inquirido qué analogías y qué diferencias existen entre una tierra y otra, ó, en una palabra, los caracteres que podían servirles para distinguir un suelo de otro, y que á la vez pudieran utilizarse para establecer una buena clasificación. Y ya en este camino, comparando una tierra con otra, cada agricultor trató de diferenciar sus tierras, primero por caracteres exteriores, que podían fácilmente percibirse por los sentidos, dandolas denominaciones particulares, como las de tierra blanca ó albarina, tierra húmeda, etc.; pero después, y á medida que la ciencia con sus progresos fué auxiliando á la agricultura, el labrador comprendió bien pronto los defectos que encerraban los sistemas fundados en caracteres tan empíricos como son el color, la tenacidad, etc., y entonces buscó una base fundamental para establecer sus géneros en la composición química, auxiliando este carácter genérico con el específico que podrían suministrarle las propiedades físicas variables, no sólo con la composición, sino también con el estado de los elementos del suelo. Así es como se explica que modernamente se encuentren desechadas y se citen sólo á título de curiosidad las clasificaciones de las tierras fundadas en las propiedades físicas y en la naturaleza de los cultivos apropiados. Hoy, siguiendo las tradiciones del ilustre agrónomo conde de Gasparín, se clasifican las tierras atendiendo á la preponderancia de la arena, de la arcilla, de la caliza y del mantillo, en cuatro grandes grupos, que se denominan: *tierras arcillosas*, *tierras arenosas*, *tierras calizas* y *tierras humíferas*. En cada uno de estos grupos se admiten también géneros que están caracterizados por la proporción en que interviene cada uno de dichos componentes para formar el suelo y especies determinadas por los caracteres físicos, como son la frescura, tenacidad, etc.

Las condiciones especiales de esta publicación nos impiden entrar en pormenores referentes á las clasificaciones; pero, consecuentes con nuestro programa, y á fin de dar una idea general á los agricultores, no dejaremos de describir los tipos de tierra que hemos citado, indicando los principales géneros agrupados en cada uno de ellos.

Las *tierras arcillosas* son las que contienen de 10 á 20 y hasta 75 por 100 de arcilla; pasando de esta proporción, constituyen un limo arcilloso en que no podrían ni aun penetrar los instrumentos de cultivo. La arcilla es el elemento absorbente por excelencia de las tierras, ocupando, por lo tanto, el primer lugar en el grupo de los elementos constituídos por la arcilla, caliza y *humus*, á la vez que constituyen el de los elementos divisores, la sílice, pedazos de hueso y demás materias que sirven para dar soltura á las tierras. La denominación de estos terrenos es muy vaga, porque parece indicar terrenos en que domina la arcilla; y, en efecto, si la separamos por levigación, veremos que en estos terrenos está en proporción dominante; pero si la determinamos por medio de un análisis en que busquemos solamente el silicato de alúmina hidratado, encontraremos una cantidad distinta á la determinada por levigación,

debido á que en esta operación como se separan los materiales del suelo, según ya hemos dicho, por su diámetro, quedan en mezcla con la arcilla otras materias que no tienen tal composición, principalmente arena muy dividida.

Existe muchas veces la arcilla en los terrenos bajo la forma llamada coloidal, por su semejanza con la cola ordinaria, y en este estado basta un 9 por 100 en los terrenos para que tengan la plasticidad y cohesión de los llamados arcillosos.

Sucede además que estas propiedades que la arcilla comunica á las tierras pueden muchas veces tenerlas, aunque no predomine la arcilla, es decir, que no es causa exclusiva la de que aquel elemento exista en ellas en gran cantidad; en efecto, los compuestos que resultan de tratar el humus por la potasa cáustica diluída, son el ácido húmico y el úlmico, los cuales, uniéndose á la cal, forman cuerpos coloides como la arcilla, y que, por lo tanto, comunican á las tierras la plasticidad, compacidad, etc., propias de ella.

Las tintas son en estos terrenos muy variadas; así, existen arcillas completamente blancas (*kaolín*), al mismo tiempo que otras negras como el azabache; pero, por lo general, estos terrenos son oscuros rojizos, lo cual es debido al hierro, combinado con el silicato de alúmina, y pardos oscuros comúnmente.

Cuando los terrenos arcillosos están secos, se presentan más ó menos cuarteados ó agrietados, lo que es debido á que, al secarse, disminuye el volumen de la arcilla. Si están húmedos y marchamos por ellos, encontramos gran adherencia á los pies, y agua en las menores concavidades. La tenacidad es muy grande, y apreciada por los medios descritos, resiste el prisma hasta 15 kilogramos. La adherencia es también muy grande en estos terrenos cuando están húmedos, por lo cual obran en ellos con mucha dificultad los instrumentos de cultivo: la división de la tierra se hace también muy difícilmente por su plasticidad.

La vegetación espontánea está en relación con las propiedades físicas, y principalmente químicas, del terreno. En los arcillosos encontramos las plantas que requieren humedad, como el agrostide común, el llantel, la acedera, la achicoria silvestre, etc. La vegetación espontánea es uno de los caracteres en que nos debemos fijar más, por la manera perfecta con que nos manifiesta las condiciones del terreno. Entre los caracteres agrícolas, el principal es la absorción del agua y de los abonos, cuya propiedad la poseen estos terrenos en alto grado; de aquí que necesiten grandes cantidades de ellos: son impermeables, por lo que precisan de muchas labores, expresándolo muy bien los labradores al decir que en estos terrenos vale tanto la labor como el abono; requieren saneamientos, si son muy húmedos, y las labores deben hacerse en ellos con suma oportunidad; son tardíos para las cosechas, porque son suelos que se calientan poco y se enfrían mucho; suelen dar cosechas abundantes, pero no son de las de mejor calidad. Los terrenos arcillosos son buenos para el trigo, trébol, habas, etc., pero muy malos para el arbolado y las plantas que profundicen mucho sus raíces; porque á

consecuencia de su gran cohesión, ahogan, digámoslo así, las plantas. Es muy conveniente adicionar á estos terrenos arena, grava ó estiércol poco descompuesto.

Tierras arenosas son aquéllas en que predomina este elemento, en forma de granos menores que un guisante, y que cuando llegan á este volumen y se acercan al de una avellana, reciben el nombre de gravelosas. En general, la palabra *arenosa* quiere decir *silícea;* en tal concepto estudiamos aquí este género de tierras que son muy abundantes, sobre todo en las regiones en que se recogen todos los detritus de las rocas de formación ígnea, denominadas primitivas. Semejantes tierras son ásperas al tacto, debido á que, en general, la arena silícea es angulosa y de colores claros; no son plásticas, pues cuando queremos darles forma con la mano, se deshacen; tampoco son adherentes, pudiéndose marchar por estos terrenos sin temor de que se peguen los zapatos, y, por tanto, no se adhieren á los instrumentos de cultivo; no se forman en ellas charcos, porque retienen muy poca humedad: no se cuartean ni agrietan; se calientan y enfrían con facilidad, produciendo una pequeña efervescencia con los ácidos; las aguas arrastran sus partículas porque no tienen la cohesión necesaria para permanecer unidas.

Estos terrenos tienen una vegetación espontánea muy fácil, pero pobre, siendo las gramíneas unas de las plantas que mejor se desarrollan en ellos, por su poca necesidad de grandes cantidades de agua, así como la retama, el esparto, etc., y cuando son húmedas, el junco, el tifas, el castaño; entre las cultivadas, el centeno, el trigo sarraceno, patata, algunas leguminosas; entre los árboles, el chopo ó álamo blanco, que, profundizando mucho sus raíces, encuentran capas de mejor composición y que satisfacen á las necesidades vitales de las plantas.

Caracteres agrícolas son los que se refieren al comportamiento que para la vida de las plantas presentan los terrenos; en la clase de los de que tratamos están reducidos á ser secos, sueltos, que se labran con facilidad, no forman grandes terrones; las malas hierbas germinan con facilidad, pudiéndolas destruir por su pequeño desarrollo; no necesitan labores complementarias, como gradas, rulos, etc.; requieren muchos abonos, porque como son tan permeables, dejan marchar á las capas más profundas los abonos, por cuya razón dicen los agricultores que son caros de alimentar; conviene aumentar sus propiedades absorbentes por medio de enmiendas, siendo buenas los limos arcillosos que se reunen en los puntos bajos adonde van á parar las aguas. Cuando un terreno arenoso descansa sobre un subsuelo arcilloso, sería muy conveniente una labor de desfonde que, mezclando sus elementos, produjera una modificación en las propiedades de estos terrenos.

Las tierras *silíceo-arcillosas* presentan los caracteres propios del elemento predominante, pudiendo, por lo tanto, distinguirse innumerables, según las proporciones en que estos elementos esenciales se hallen. Sus propiedades físicas son intermedias entre las arcillosas y las arenosas, y forman las que se llaman tierras de consistencia media.

Lo mismo sucede con las *silíceo-calizas.*

Las tierras *gravosas y guijosas* son una reunión de materiales minerales que se encuentran formados por granos del grueso de una nuez, y constituyen el lecho de algunos ríos en ciertas ocasiones, siendo frecuente que sean arrastrados por las avenidas de éstos y depositados sobre terrenos fértiles, dándose el caso en terrenos al parecer constituídos por guijarros.

Granitos.—Tienen propiedades parecidas á las arenosas, ofreciendo muchas variedades; en las de buen fondo se dan varias plantas, y en las de poco las mismas que en las de las tierras de aquella clase.

Son terrenos *volcánicos* los sueltos formados por la descomposición de la piedra pómez ó acarreos volcánicos, como, por ejemplo, la campiña de Nápoles, Olot (Cataluña) y Sierra Elvira, en Granada.

Tierras calizas son las que contienen más de un 30 por 100 de carbonato de cal; son de proporción discordante, llegando á tener hasta 50 por 100. Presentan colores claros, pudiéndose distinguir del sulfato y carbonato de magnesia, con los cuales cabe confundirlas, por el oxalato de amoniaco reactivo de las sales de cal, que produce gran efervescencia con los ácidos; con calcinación se vuelven cáusticos, es decir, se obtiene la cal viva; son deleznables, y los granos redondeados.

Caracteres agrícolas.—Cuando la proporción de la caliza llega á un 70 por 100, las tierras son estériles, á pesar de que vegeten en ellas algunas plantas, que en países secos son pobres, mientras que en climas húmedos son buenas; como ejemplo tenemos á Inglaterra, donde hay numerosas rocas blancas que producen una exuberante vegetación por efecto del clima nebuloso, llegando á ser el país donde existen mejores razas de ganados.

En general, las tierras calizas son secas, porque se hallan sobre las rocas que las dieron origen, como se observa en Castilla, donde hay una pequeña capa de tierra, y en años de sequía no vegetan las plantas. Semejantes tierras son poco fértiles, no tan permeables como las arenosas, y menos adherentes que las arcillosas; humedecidas, forman una costra que dificulta la vegetación é impide la circulación del aire. Reflejan el calor según sean más ó menos blancas, contribuyendo á aumentar la temperatura de las plantas: se labran con facilidad, por no tener gran tenacidad y ser de poca profundidad; son ligeras y movedizas, siendo arrastradas por los vientos; en fin, son terrenos ardientes ó calizos, que descomponen con facilidad y prontitud la materia orgánica, produciendo ácido carbónico, acético, etc., que van atacando al carbonato de cal. Los limos arcillosos y areniscos son buenos para estos terrenos, como todos los que tienden á disminuir los efectos de la cal y á aumentar la humedad. Se encuentran en ellos algunas leguminosas, como el trébol, gramíneas labiadas, la gualda y la amapola, aunque esta planta es propia de terrenos mal cultivados; entre las arbustivas se da la zarza.

Cultivos.—Estos terrenos se encuentran en la parte baja de las montañas de

gran vertiente y á lo largo de las riberas. Ligeros y porosos, no forman costra con las lluvias ni presentan el inconveniente del enfriamiento de las plantas en invierno, siendo propios para el cultivo de la sulla, y convenientemente abonados, pueden dar buenas cosechas de centeno, cebada y avena. Cuando tienen profundidad, sirven para legumbres, viñas y árboles.

Tierras cretáceas.—Son estériles cuando pertenecen á países cálidos; en los húmedos se cubren de hierba fina y de buena calidad. La infertilidad de estos suelos se debe á la ausencia de sílice; cuando descansan sobre la arcilla y retienen las aguas pluviales, son productivos, sucediendo lo contrario cuando está muy distante la capa impermeable.

Terrenos tobáceos.—Se llama vulgarmente *toba* á un carbonato de cal más compacto que la greda y tan duro, que se puede emplear en las construcciones; forman bancos debajo de los suelos cretáceos, y cuando está solo, es completamente infértil; pero mezclado con arcilla y arena, produce, con tiempo y abonos, zullas y mielgas.

Tierras margosas.—Las margas propiamente dichas constituyen comúnmente la capa laborable de un país; son poco fértiles, y entre las plantas espontáneas que crecen en ellas, se encuentran los cardos, zarzas, tusílagos, salvias y el trébol amarillo.

Tierras humíferas.—La materia orgánica ha representado un papel muy importante desde el punto de vista geológico, pues atendiendo á ella se han hecho las clasificaciones geológicas. Se origina esta materia orgánica del producto de la descomposición de las raíces que quedan en tierra; una vez recogidas las cosechas, los restos de ellas y las hojas que hay por el suelo, se pudren y constituyen un abono. Si desde un punto de vista general nos fijamos en la descomposición de la materia orgánica, vemos que se produce una combustión como con la leña, pudiendo distinguir varias fases, á saber: primero, agua en gran cantidad; después, combinación del carbono de la madera con el oxígeno del aire, y, por consiguiente, desprendimiento de ácido carbónico en gran cantidad también, quedando el carbono, lo mismo que sucede cuando quemamos leña en un hornillo, quedan las cenizas; la rapidez de esta descomposición depende del clima, de la naturaleza del terreno y de los cultivos. En la materia orgánica hay nitrógeno, azufre, fósforo; de aquí que, combinándose con otros elementos, formen diferentes productos.

El humus es el resultado de la descomposición de la materia orgánica en contacto con el oxígeno del aire, y cuando se verifica esta descomposición debajo de las aguas, se forman las turbas. La naturaleza de las plantas modifica la descomposición constituyendo diferentes terrenos: en primer lugar, está el mantillo dulce de los agricultores, que proviene de plantas cultivadas, como los cereales; en este caso tenemos los mantillos neutros; cuando proceden de plantas ácidas como la encina, que contienen tanino en sus cortezas, constituyen los ácidos,

que se emplean en los jardines botánicos, pues hay plantas que viven bien en ellos, siendo preciso para otras neutralizarlos por las bases ó por numeración. Como variedad de las tierras humíferas se encuentran las turbosas, que tienen vegetación propia, abundando en ellas el junco y algunas espadañas. En estos terrenos se ven á simple vista los restos de las plantas que les dieron origen.

Pero no se crea, por lo que hemos dicho al tratar de la clasificación de las tierras, que basta para su composición mineralógica decir en absoluto que una tierra será buena ó será mala; es ante todo indispensable relacionar la composición con el clima y con la situación relativa del terreno.

En un clima seco, la tierra arcillosa que en otro clima húmedo implica el drenaje y el saneamiento para librarla del exceso de humedad, es preferible á otra tierra arenosa, que por ser demasiado permeable resulta por demás seca é impropia para los cultivos. En situación húmeda y comarca lluviosa, en la llanura y la vertiente septentrional de la montaña, son preferibles, por regla general, las tierras arenosas y calcáreas, mientras que en las alturas y al Mediodía, bajo un clima seco, lo son las arcillosas y ricas en humus. La situación del terreno adquiere importancia considerable desde el punto de vista comercial, respecto del transporte de los productos: en la vecindad de las ciudades, en comarcas populosas, y donde existen buenas vías de comunicación, un terreno de condiciones y utilidad determinadas tiene mucho más valor que en lugares aislados, donde es más difícil la venta de los frutos. Tampoco es indiferente para el individuo la situación de sus campos de labor, respecto de su granja ó establecimiento agrícola, cuya situación más favorable se halla en medio de las tierras que reclaman el cultivo más diligente, porque de este modo se utilizan mejor las fuerzas de trabajadores y animales. La situación central, ó sea el sistema de las granjas ó cortijos aislados, que impera en Inglaterra, Bélgica, el Norte de Alemania y Suiza, y se observa en ciertas partes de Francia, Italia y España, facilita los trabajos y la vigilancia, permitiendo un cultivo más uniforme; al paso que con el sistema de pueblos, es decir, reunidas las casas de los labradores más ó menos lejos de sus campos, la labor es más penosa y desigual. Los pueblos ofrecían antes mucha ventaja sobre los cortijos aislados, en vista de la inseguridad de los despoblados, y ésta es sin duda, y por desgracia, una razón poderosa de la concentración de los labradores en España, ó de la carencia tan notable de granjas y cortijos independientes. La distancia de aquellos respecto del monte puede sin perjuicio ser mayor, porque la selvicultura no reclama tanta atención; en cambio, el hortelano y el viticultor tienen que vivir lo más cerca posible de sus campos; los prados pueden hallarse, sin inconveniente, más lejos que las tierras arables, y entre éstas las que se destinan al cultivo de plantas industriales y raíces comestibles, deben estar más á mano que las dispuestas para cereales y forrajes.

Entre las sustancias que componen las tierras arables que parecen accidentales, ó por lo menos se hallan siempre en cantidad inferior á la arena, arcilla,

cal y humus, son las más importantes los fosfatos, que también deben su origen á la descomposición de las rocas; pero su cantidad es generalmente exigua, porque sólo por excepción abundan en aquéllas, y hay rocas que carecen casi por completo de ellos. Como se cuentan entre las sustancias que más pronto se asimilan las plantas, su reposición en la tierra se impone, y de aquí el valor que tienen para el agricultor los abonos artificiales preparados con huesos, los superfosfatos y otros análogos. Los compuestos ferruginosos, también procedentes de la descomposición de rocas, son los que prestan sus colores rojo y pardo rojizo á las tierras, las que resultan más claras cuando el manganeso se asocia al hierro; semejantes óxidos son perjudiciales para la vegetación cuando se hallan en exceso, y especialmente en presencia de mucha humedad. Sin embargo, el hierro entra en la categoría de los verdaderos alimentos de las plantas, y en la serie de los importantes procesos á que éstas deben su existencia, el óxido de hierro desempeña un papel consiederable. Después del ácido fosfórico, la sustancia que más pronto elimina la planta, empobreciendo la tierra, es la potasa, que procede en especial de las rocas feldespáticas. Como dicho álcali se emplea mucho en diferentes industrias y es relativamente caro, sólo suelen utilizarse como abonos las materias potásicas que la industria no puede aprovechar; mucha importancia tuvo para la agricultura el hallazgo de las grandes masas de sales potásicas en las minas de Stassfurt, como ya tuvimos ocasión de decir al tratar de la sal gema, en uno de los capítulos anteriores. El azufre se encuentra en la tierra laborable en forma de sulfatos, entre los cuales el yeso (sulfato de cal) constituye un abono muy conocido.

La capa superficial de la tierra sometida más inmediatamente á las influencias atmosféricas y al cultivo, es lo que llamamos suelo activo; síguele el suelo inerte, capa de igual composición, pero que no se remueve por el cultivo, y después el subsuelo, también más ó menos descompuesto, aunque, en lo general, más compacto que él, y descansando sobre la roca viva. En muchos casos no cabe semejante distinción, por constituir la tierra laborable una capa delgada de sólo algunos centímetros; pero también sucede que el suelo y el subsuelo constituyen una masa de ciento ó más metros de espesor por encima de la roca firme. A veces es la roca de origen la que se halla descompuesta hasta dicha profundidad, en cuyo caso es la tierra más ó menos homogénea en todo su espesor; pero no es extraño que debajo de la tierra vegetal que forma el suelo, se encuentre un subsuelo muy profundo, compuesto de capas sucesivas de arena, grava, arcilla, turba, marga, etc. Mas, por regla general, la tierra no ofrece interés para el labrador á mayor profundidad de un metro, y rara vez se cultiva hasta más de cincuenta centímetros, no penetrando el arado, por lo común, más allá de los treinta.

El terreno más favorable para la agricultura es aquel cuyo subsuelo tiende á completar y mejorar las propiedades del suelo; así, por ejemplo, conviene la

arcilla debajo de un suelo arenoso, ó la arena debajo de uno arcilloso. Para el reconocimiento del subsuelo suele emplearse la sonda, mediante la cual se pueden extraer muestras del terreno de centímetro en centímetro.

Se puede considerar como la tierra mejor y más fértil, la de trigo de primera clase, ó la silíceo-arcillosa profunda, rica en sustancias alimenticias, que se deja labrar fácilmente. Siendo la tierra fina y hallándose el esqueleto en la proporción debida, se asegura el estado más favorable de soltura y de humedad, condiciones esenciales para la absorción de los materiales nutritivos y la expansión de las raíces. Suelo semejante debe tener un espesor mínimo de 25 centímetros, y el subsuelo la penetrabilidad deseada, y además ofrecer, hasta la profundidad de un metro próximamente, las mismas propiedades físicas que el suelo. Esta tierra modelo se presta admirablemente á la labor profunda, y en ella florecen todas las plantas de cultivo que no reclaman la presencia de mucha arena ó cal, como, por ejemplo, las industriales de todas clases, colza, trigo, cebada, legumbres, trébol, remolacha, etc.

Por el contrario, las tierras arcillosas tenaces, viscosas, frías y húmedas, así como las arenosas pobres, son las que menos valen desde el punto de vista de la agricultura, porque su rendimiento es muy inseguro. Las primeras se endurecen como la piedra, se agrietan con la desecación, son frías, inertes, difíciles de labrar y costosas de administrar; inconvenientes que pueden aminorarse hasta cierto punto por medio de las enmiendas y del saneamiento; en ellas se cultivan trigo, habas, arveja, trébol rojo, etc. Las tierras arenosas ó gravosas no pueden retener la humedad, de modo que entre la aridez del suelo y la sequedad del subsuelo, se secan fácilmente las plantas; suelen cultivarse en ellas centeno, avena, trigo sarraceno, altramuz, trébol blanco en mezcla con otras plantas forrajeras, y patatas; pero en la mayoría de los casos resulta más provechosa en terrenos semejantes la selvicultura que la agricultura.

Entre dichas dos clases de terreno, la mejor y la peor, existen innumerables variedades intermedias, que se relacionan más ó menos con una ú otra de ellas; la clasificación de las tierras, que hoy constituye un arte especial, tiene por objeto determinar é indicar las condiciones de los terrenos, con la precisión suficiente para que se conozcan su valor y los usos á que pueden destinarse. Después de la cosecha de una planta, se hallan más ó menos perturbadas las condiciones del terreno, cualquiera que sea; la tierra se ha empobrecido precisamente en la cantidad de sustancias que de ella eliminaron las plantas recolectadas, y habiendo desmerecido en mayor ó menor grado durante el crecimiento de éstas, sus condiciones físicas y químicas, es menester para continuar cultivando, adicionar al suelo los elementos levantados por la cosecha, y además darle las labores necesarias.

LABRANZA DE LA TIERRA

Las labores que se dan á la tierra laborable tienen un objeto fundamental, cual es el de mullir el suelo para disminuir su tenacidad y aumentar su permeabilidad al aire y á los gases, para de este modo hacer que sea más fértil; y además otros fines secundarios, como son destruir las malas hierbas, incorporar los abonos y enterrar las semillas. Por regla general, puede decirse que es necesario labrar el suelo, de modo que la capa superficial, que es la más fértil, se ponga en contacto con las raíces, en tanto que las capas más profundas vengan á la superficie para que, meteorizándose, adquieran mayor riqueza de principios asimilables, útiles para la nutrición de las plantas.

Tratándose de las labores, conviene ante todo que distingamos las que tienen por objeto poner en cultivo un terreno que hasta entonces no se había explotado, y que constituyen lo que se llama *roturación*, de otras que se hacen en un suelo ya cultivado para obtener una nueva planta. Estas últimas se dividen en *labores de preparación*, que tienen por objeto hacer buena cama á la sementera, como dicen los agricultores, es decir, poner el terreno en buenas condiciones para que la semilla germine, y en *labores complementarias*, como son las escardas, recalces, etc., y, en general, todas las que se dan á las plantas mientras dura la vegetación.

Los trabajos ó labores de roturación varían según sea la naturaleza del terreno que ha de ponerse en cultivo. Si ha de prepararse para éste un terreno cubierto de arbolado, lo primero que hay que hacer es despojarlo de árboles y arbustos. El modo más expedito, pero que entraña la pérdida de la leña ó madera, es la quema del arbolado, después de la cual, y del enfriamiento del suelo, se reparte por igual la ceniza, se revuelve con la tierra, cavando profundamente, y previa una buena labor de arado, se procede á sembrar. Los retoños de las raíces se arrancan, y las raicillas se dejan hasta que acaban por pudrirse en la tierra, y sólo entonces puede considerarse el terreno como cultivable. Sin embargo, en vista del valor de las maderas y leñas, se practica hoy rara vez este procedimiento, y generalmente se corta el arbolado y después se descuajan ó arrancan las raíces.

Mediante los procedimientos oportunos que siguen á la corta del arbolado, se obtiene desde luego un terreno cultivable. Al efecto, y una vez retirada la madera, se procede á igualar la superficie, y se revuelve bien la tierra por medio del extirpador, del arado, el rodillo y la grada, ó bien roturando hasta un metro de profundidad y limpiando el suelo al mismo tiempo de piedras y restos de raíces. En caso necesario, se practican obras de saneamiento y se enmienda la tierra con cal, marga y materias análogas. En el terreno preparado de esta

manera se cultivan durante varios años seguidos tubérculos y raíces comestibles, que permiten la limpia más completa de las malas hierbas que siguen germinando, ó los cereales que prosperan bien en tierras recién roturadas, como trigo sarraceno, mijo y también avena. Si el terreno en cuestión se destina á prados, se procede á disponer las obras necesarias para el riego, y se prepara luego la tierra como en el caso precedente, salvo que se siembran plantas forrajeras si la vegetación espontánea no ofrece esperanzas de producir buen pasto.

Tratándose de un terreno pedregoso, es preciso ante todo apartar las piedras grandes. Se ha intentado remover los bloques de roca esparcidos en la tierra junto á la superficie por medio de la dinamita, procedimiento que también se ha aplicado al quebrantamiento de subsuelos duros é impermeables. De semejante modo, no sólo se alejan masas intrusas de roca que estorban, sino que por la trituración de una tierra pedregosa se prepara convenientemente para sufrir las influencias disolventes de la atmósfera y meteoros acuosos.

La roturación profunda tiene cuenta sobre todo allí donde el subsuelo es demasiado compacto, y donde, debajo de él, se encuentran capas de distinta naturaleza, capaces de servir para su mejoramiento.

El terreno arenoso movible se prepara mejor para el cultivo mezclándolo con arcilla, marga, cal, turba, escombros procedentes de la construcción, y materias análogas. Donde no es posible enmendarlo de semejante modo, conviene á veces transformarlo en prados, mediante obras de riego, ó bien se dedica al plantío de ciertos árboles, como el abeto, pino, acacia, abedul, álamo negro, sauce, etc. Recientemente se ha introducido el cultivo del altramuz, que prospera en casi todas las tierras arenosas, y que se corta y revuelve con la tierra mediante el arado, cuando va á florecer, durante varios años seguidos, hasta que el terreno se ha mejorado lo suficiente.

Para evitar la remoción de las arenas sueltas, precisa adoptar disposiciones especiales, lo que se hace generalmente para impedir que la arena, llevada por el viento, se esparza sobre los campos cultivados vecinos, más bien que con el objeto de convertir dichas arenas en terreno cultivable, operación que rara vez resulta reproductiva.

Los prados se convierten en tierras de pan llevar mediante una simple roturación, seguida de una labor concienzuda, acompañada, en caso necesario, de obras de saneamiento.

Los antiguos depósitos de turba seca se hacen arables quemándolos y mezclándolos con cal ó marga, mientras que para conseguir el mismo objeto con turberas húmedas, hay que someterlas primero á la desecación, luego roturarlas y pasar la grada, y, por último, quemarlas; después de la quema se siembran durante varios años seguidos de trigo sarraceno, avena y centeno, hasta que precise volver á quemarlas de nuevo.

Los marjales ó terrenos pantanosos sólo pueden aprovecharse para la agricultura después de un saneamiento, que en parajes elevados se consigue de una vez y de un modo muy sencillo, perforando por medio de la sonda el terreno impermeable inferior que causa la retención del agua en la capa superficial; pero cuando esto resulta impracticable, es preciso recurrir á obras más costosas.

Para mejorar el terreno ya cultivado, se procede á removerlo de un modo radical, ó labrarlo con el arado, mezclándolo, según los casos, con otras tierras, y también desecándolo ó regándolo. La labor se verifica con el arado de vertedera, que es el preferible, porque invierte bien la tierra. En el surco producido por el primer arado se hace pasar la grada y el rodillo para desterronar y dejar el suelo en buenas condiciones. Si se quiere remover el subsuelo, se utiliza un arado de subsuelo que marcha detrás del primero, y, mejor todavía, un arado combinado de vertedera y subsuelo. En las huertas y en los jardines se puede cavar profundamente la tierra, distribuyéndola para el riego en la primavera.

La *desecación* de los terrenos es una de las mejoras más importantes, constituyendo la condición fundamental para el desarrollo de las plantas, puesto que por su medio se elimina el exceso de agua, y la tierra pierde su acidez, se calienta y ventila. De aquí resulta un aceleramiento y una regularización en la descomposición por parte de la atmósfera y de los demás procesos químicos que se operan en el terreno, el que de semejante modo se puede labrar y preparar á su tiempo, hallándose también dispuesto para la labor profunda.

Para desecar terrenos situados en playas marítimas bajas, como las del mar del Norte, por ejemplo, que sólo se hallan bañados por el agua durante la marea alta, se construyen diques más ó menos elevados á lo largo de la costa, que impiden la inundación. Tierra adentro se deseca por medio de bombas, norias, tornillos de Arquímedes y aparatos semejantes, ó bien mediante pozos absorbentes, zanjas abiertas, canales ó conductos cubiertos, hechos de mampostería, ó tubos colocados bajo tierra.

Las zanjas abiertas son necesarias en terrenos ricos en manantiales, en los que carecen de desnivel suficiente, en terrenos turbosos ó pantanosos, así como tratándose de fosos derivados de sistemas subterráneos de desecación. En los prados no precisa bajar el nivel del agua tanto como en los campos de labor; se calcula que basta un desnivel de 70 centímetros por 100 metros. La aplicación de las zanjas abiertas se limita todo lo posible, porque éstas ocupan una parte considerable del suelo, dificultan las labores y causan demasiados gastos de entretenimiento y construcción de puentes. En la disposición de semejantes obras para la desecación y el cultivo de los marjales, se siguen dos procedimientos diferentes.

Conforme al holandés, se deseca el marjal por medio de un sistema de canales; la tierra superficial se separa amontonándola á un lado, y la capa de turba

que se halla debajo se excava hasta una profundidad de dos metros próximamente, beneficiándola como combustible que se lleva á las poblaciones vecinas. Una vez explotada la turba en cierta extensión, se allana el piso turboso, cubriéndolo entonces con la tierra que antes se había amontonado, y extendiendo sobre ella una capa de arena de 10 centímetros de espesor, cuya arena se encuentra debajo de la turba y se toma al efecto del lecho de los canales; ó se trae, en caso necesario, de puntos más lejanos por medio de barcos. La tierra y la arena se mezclan cuidadosamente con el piso turboso, mediante el arado y la grada, y para fertilizar todavía más este suelo artificial, se abona con estiércol y materias fecales procedentes de las poblaciones, así como con fango del mar. Respecto del valor nutritivo, el más eficaz de estos abonos es el producto de esas alcantarillas; el fango del mar se aprecia más bien como medio de unión entre la arena y la tierra del marjal, que contiene mucho musgo descompuesto. Merced al empleo de los abonos de las ciudades, que se compone del contenido de las alcantarillas, bien mezclado con cenizas y las barreduras de las calles, no sólo proporcionan los holandeses á los Municipios buenas rentas, sino que ponen los terrenos referidos en estado de poder competir por su fertilidad con las llanuras proverbialmente fructíferas de la costa alemana, es decir, las llamadas *marsch*. Las extensas regiones turbosas de Holanda, que quedaron desiertas después de la explotación de la turba, han sido convertidas después, por el procedimiento descrito, en comarcas fructíferas donde reinan la mayor actividad y animación.

También en Alemania ha adquirido en tiempos recientes mucho desarrollo el cultivo de los marjales; pero el sistema difiere esencialmente del holandés. Según indica la fig. 147, se deseca el marjal por medio de zanjas abiertas, paralelas, *bb*, excavadas á intervalos de 20 ó 25 metros, que por tubos subterráneos, *e*, comunican con un foso general de derivación ó desague, *a;* la tierra esponjosa que se extrae al excavar las zanjas, se extiende sobre los espacios intermedios *c*, y se cubre luego con una capa de arena de 10 centímetros de espesor, cuyo material procede del fondo de las zanjas, pero que no se destina á mezclarse con la tierra, como sucede en Holanda, sino que tiene por único objeto condensar ó afirmar dicha tierra, en virtud del peso que ejerce sobre ella. Entretanto, el desagüe producido por el sistema de zanjas promueve la ventilación y desacidulación más activa del terreno, ó sea de la capa *g*, que descansa sobre la arena *h*. Las zanjas representan una pérdida de la quinta parte de la superficie, pérdida que se halla más que compensada por la fertilidad que se consigue, y que rivaliza con la de los campos holandeses; se registran casos en que los gastos de instalación resultan cubiertos por la primera cosecha. Se beneficia la tierra con abonos artificiales, empleándose además el estiércol para ciertas plantas, como guisantes, patatas, nabos y colza. Como la tierra de los marjales contiene abundancia de amoniaco y ácido nítrico, los abonos artificiales que se emplean en ellos son principalmente los potásicos y fosfóricos.

La desecación por medio de tubos ó conductos subterráneos, ó sea el *drenaje*, según el término inglés generalmente adoptado, es una de las mejoras más recomendables para desaguar terrenos húmedos, cimientos de edificios, etc.; los únicos casos en que no encuentra aplicación el sistema son los en que no se puede ganar un desnivel suficiente, donde la tierra se hiela demasiado profundamente y se hallarían sujetos los conductos subterráneos á los desperfectos consiguientes, y donde la abundancia de agua impone la excavación de zanjas.

El agua busca en todas partes los sitios más bajos, y sólo se estanca cuando se halla detenida por algún obstáculo; por consiguiente, un terreno demasiado

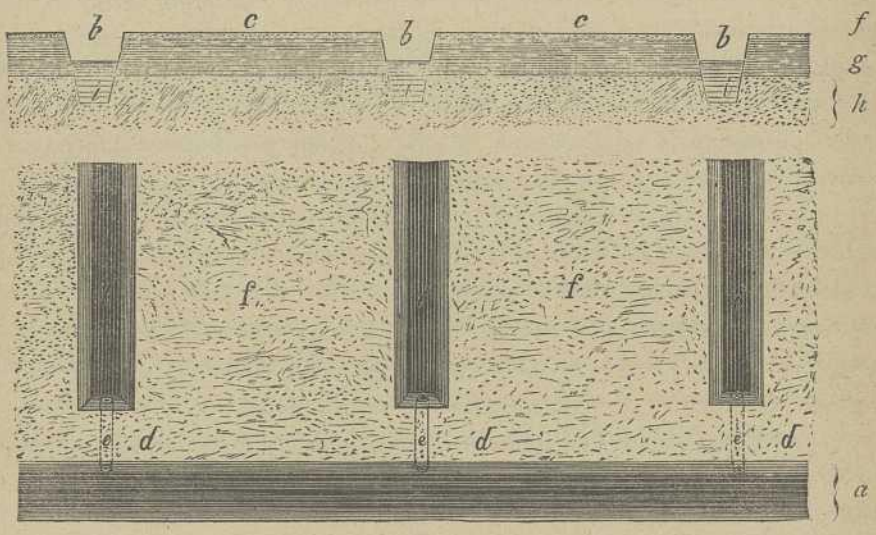


FIG. 147.—Desecación de marjales.

húmedo supone semejante estancamiento, y su desagüe ó desecación consiste esencialmente en establecer vías libres para la salida del agua. En algunos casos basta procurar una sola salida; pero, por regla general, es conveniente, cuando no preciso, establecer varias vías á intervalos regulares. En tales sistemas se distinguen conductos de aspiración, establecidos en la dirección de la máxima pendiente, y conductos acumuladores, en los que desembocan los primeros, y que se disponen en los parajes más profundos; cuando son necesarios varios acumuladores, se establecen de manera que puedan desaguar en un pozo común, y si se quiere evitar que penetre en los terrenos bajos el agua llovediza procedente de parajes elevados vecinos, se establece además un conducto llamado de cabeza en el sitio más alto y transversalmente respecto de los conductos de aspiración. La fig. 148 muestra esta disposición (salvo el conducto de cabeza) en un campo de cierta extensión y algo accidentado: las curvas indican la configuración orográfica, y los números, las diferencias de nivel; las líneas rectas finas y paralelas representan los conductos subterráneos ó *drenes*, dispuestos en diver-

sas direcciones con arreglo á la pendiente del terreno, mientras que las líneas gruesas y negras señalan los conductos acumuladores que desembocan en *xxx* en un canal ó foso abierto, por el cual van á parar las aguas al arroyo ó río más próximo, ó se dirigen para utilizarlas en el riego de otros terrenos.

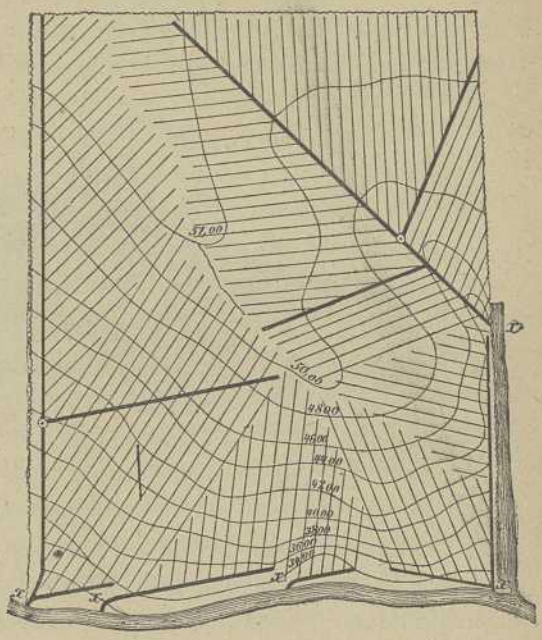


FIG 148 —Plano de un campo desecado por el *drenaje*.

Para establecer semejante sistema de saneamiento se empieza por determinar los desniveles que presenta el terreno, y con arreglo á ellos se trazan en la superficie las direcciones correspondientes de los conductos de una y otra clase. Entonces se procede á abrir los conductos, empezando en los puntos más bajos y siguiendo las demarcaciones en sentido ascendente, á fin de que el agua encuentre salida desde luego y no estorbe á los operarios; una vez practicados los conductos, se rellenan las zanjas abiertas al efecto, procediendo en sentido inverso, es decir, de arriba abajo, y cuidando de que la tierra del suelo primitivo vuelva á quedar á la cabeza.

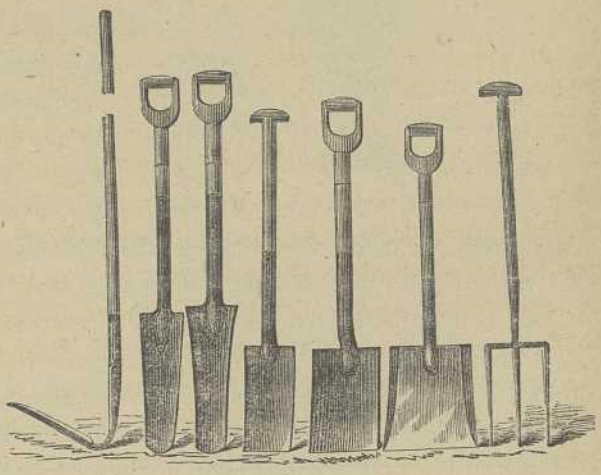


FIG. 149.—Utensilios empleados en el *drenaje*.

La excavación de las zanjas necesarias para construir los conductos, y que deben profundizarse lo bastante para que éstos no estorben luego las operaciones de la labranza, se verifica por medio de palas y otros instrumentos especiales, algunos de los cuales se hallan representados en la fig. 149. Los conductos mismos se construyen de diversas maneras: en terrenos compactos basta muchas veces rellenar las zanjas hasta cierta altura con arena gorda, grava ó piedras rodadas, en cuyos intersticios circula el agua con facilidad; ó bien, como

acontece en comarcas abundantes en leña, se tienden en el fondo de las zanjas faginas ó haces de támaras ó ramas secas, que producen el mismo efecto. En terrenos menos firmes era costumbre antes construir los conductos con losas de piedra, ladrillos, tejas y materiales análogos; pero desde el año 1825 se han introducido en el continente los tubos de drenaje, hechos de barro cocido, empleados con gran ventaja para la desecación en Inglaterra, desde el año 1727. Estos tubos, que se fabrican hoy con mucha rapidez por medio de prensas especiales (figura 150), cociéndose después, se colocan en el fondo de las zanjas, como indica la fig. 151, juntando cuidadosamente sus extremos, pero sin enchufarlos uno en otro, y cubriéndolos primero con tierra fina. Semejantes conductos son sumamente duraderos, y ofrecen también la ventaja de no necesitar sino zanjas muy estrechas, disminuyéndose así notablemente los gastos de instalación.

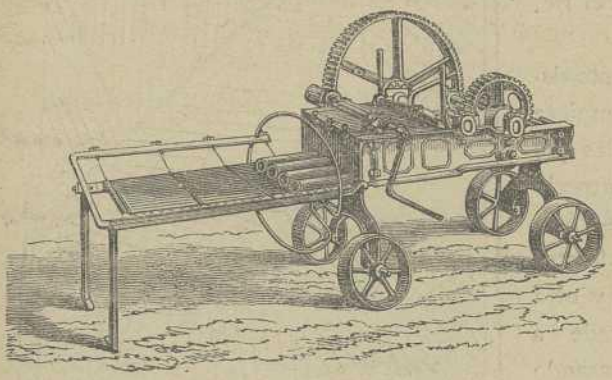


FIG. 150.—Prensa para la fabricación de tubos de *drenaje*.

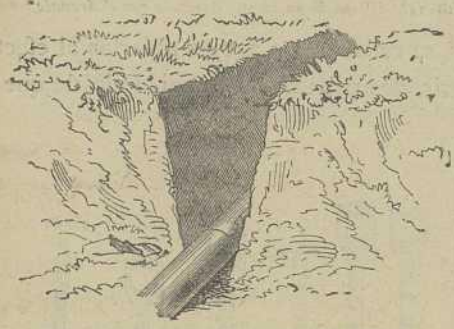


FIG. 151.—Colocación de los tubos de *drenaje*.

Un sistema bien dispuesto de drenaje tubular asegura el desagüe constante y la circulación del aire en la tierra, hasta la profundidad de los tubos; á la gota descendente de agua sigue inmediatamente el aire penetrante, puesto que en ninguna parte pueden existir espacios vacíos. Por esto el drenaje, que así se llama más especialmente á la desecación por medio de tubos, es casi tan eficaz como la remoción profunda del suelo, puesto que aumenta el espesor de la tierra penetrada por el aire. Consecuencias inmediatas de todo esto son la desacidulación y el calentamiento del terreno; pues, según J. Parkes, la temperatura aumenta en 5,5 grados centi grados respecto de la del mismo terreno no desecado. En los años secos ofrecen los campos desecados una vegetación más próspera, y, por ende, cosechas mejores que en los no desecados, porque favorecen esencialmente la absorción del vapor de agua contenido en la atmósfera.

En 1846 promulgó el Parlamento inglés una ley autorizando al Gobierno para anticipar fondos á los propietarios de terrenos cultivables, con el objeto de fomentar el establecimiento y la mejora de sistemas de desecación; la suma vo-

tada al efecto se elevaba á 78,7 millones de pesetas, reintegrables mediante el pago del 6,5 por 100 anual durante veintidós años. Este crédito se aumentó después considerablemente, y hasta fines de 1851 se habían desecado unos 675 kilómetros cuadrados de terreno, con un gasto de 138,75 millones de pesetas. Al amparo de dicha ley, y resultando insuficientes los créditos oficiales, se formaron Sociedades de desecación por acciones, que facilitaban los fondos bajo las mismas condiciones que el Estado. También se ha hecho acreedor á elogios el Gobierno belga por la adopción de medidas análogas, y haber atendido á la instrucción especial de personas destinadas á dirigir los trabajos de desecación. En Alemania existen con el mismo fin establecimientos de crédito, que no sólo prestan los capitales necesarios en condiciones módicas de interés y amortización, sino que cuentan con personal que se encarga también de levantar los planos para los propietarios y dirigir las operaciones, resultando la economía consiguiente á su experiencia ó pericia. De esta suerte se han desecado en Europa centenares de miles de hectáreas, y en muchos casos se han cubierto con exceso en los primeros años los gastos, no despreciables, de 150 á 300 pesetas por hectárea. Pocos inventos han resultado más beneficiosos para la agricultura que el de la desecación, que también encuentra múltiples aplicaciones fuera del campo de la economía agraria, y pocos han gozado de una acogida más universal.

El *riego* se halla limitado en el Norte de Europa casi exclusivamente á los prados, de cuyo cultivo trataremos más adelante; pero en la Europa meridional, en Asia, Africa y América se aplica también al cultivo en general, y muy especialmente al del arroz. Dadas la desnudez y la aridez de la mayor parte de nuestro suelo, el riego es, por lo común, para el cultivador español, de mucha mayor importancia que la desecación; por ello juzgamos del caso detenernos en su consideración, si bien dentro de los límites que nos señala el reducido espacio de que disponemos. Nuestros apuntes están tomados del *Tratado de Aguas y Riegos* del ingeniero de montes D. Andrés Llauradó, libro excelente á que remitimos á aquellos de nuestros lectores que deseen más pormenores.

El aprovechamiento artificial de las aguas para el cultivo se remonta en España á los romanos, á los que, sin hablar de los célebres acueductos de Mérida, Segovia, Teruel y Tarragona, se deben las vetustas norias del seco litoral tarraconense, las acequias que distribuyen las aguas del río Francolí en su curso bajo, y la llamada «acequia condal» de Barcelona. Encuéntranse también en Valencia y Cataluña vestigios de construcciones hidráulicas correspondientes á la época de la dominación visigoda, y el antiguo canal de Alarico subsiste aún en el Rosellón. Pero el desarrollo más considerable de las obras de riego se llevó á cabo durante la dominación árabe, convirtiéndose en inmensas huertas las vegas de Valencia, Murcia y Granada. Durante la Reconquista respetaron y aprovecharon nuestros antepasados las extensas redes de acequias hechas por los moros, así como las costumbres referentes á los riegos, y Jaime I

de Aragón promovió la apertura del canal del Júcar y de otros menos importantes en las vegas de los ríos Ter y Ebro. La política de Carlos I no le permitió llevar á cabo sus proyectos de derivación de las del Ebro y del Segre, por medio del canal llamado después Imperial, y por el de Urgel, que no ha llegado á construirse hasta una época muy reciente. Durante el reinado de Felipe II se realizaron obras hidráulicas tan importantes como los pantanos de Alicante, Elche y Almansa, y las que se destinaron al riego de las vegas de Aranjuez; data también de aquella época el famoso deslinde ó apeo de Loaysa, recopilación de los usos y costumbres por que se rigieron los moros en el riego de la vega granadina. Los anales de nuestra tristísima decadencia nacional no registran la ejecución de obra alguna del género de que hablamos; mas en el reinado de Carlos III se llevó á feliz término el Canal Imperial de Aragón, se prolongó la acequia real del Júcar hasta Albufera, y se construyeron gran parte del canal de Castilla y los dos pantanos de Lorca. La construcción del canal de Castaños para el riego de la vega izquierda del Llobregat, y la prolongación parcial del de Castilla, son obras importantes ejecutadas durante el reinado de Fernando VII; mientras que en el de Isabel II se registran la terminación del canal últimamente nombrado, la construcción de los canales de riego de Urgel, del Henares, Esla, Cherta, el de abastecimiento y riego del Lozoya, y de otras muchas obras de carácter análogo, aunque de menor importancia. Aparte de las construcciones citadas, realizadas por el Estado, la iniciativa privada ha buscado en los últimos tiempos los medios de fomentar la agricultura con el aprovechamiento de las aguas; pero de los muchos proyectos para canales de riego, pocos han pasado á la categoría de obras consumadas, y de éstas son muy raras las que han resultado ventajosas para las empresas concesionarias.

Los medios generales de procurar las aguas de riego consisten en la desviación de las de ríos y arroyos, por medio de presas, y su conducción y distribución mediante canales ó acequias; en el embalse ó almacenamiento en depósitos ó pantanos de las aguas de pequeños manantiales ó pequeñas corrientes superficiales; en el alumbramiento de aguas subterráneas, y, por último, en la elevación de éstas ó de las de los ríos por medios mecánicos.

La desviación de las aguas del cauce natural de los ríos y arroyos es, sin duda, el procedimiento susceptible de proporcionar directamente los mayores volumenes de agua, siempre que las corrientes naturales sean constantes y que la topografía de la región que se trate de regar se preste al establecimiento de canales de largo desarrollo. Aunque, como se desprende de las noticias históricas que dejamos consignadas, se han realizado en España bastantes obras de este género, todavía queda muchísimo que hacer, bien por el Estado, armonizando los intereses de las comarcas beneficiables con los generales de la riqueza pública, bien por la iniciativa privada, individual ó colectiva. Pero en nuestro país, sujeto por condiciones meteorológicas dependientes de distintas causas á prolon-

gadas sequías y á lluvias aturbonadas é irregulares en su distribución dentro del período anual, y cuyos ríos, por carecer en su origen de grandes lagos que regularicen su desagüe y de manantiales perennes de alimentación, ofrecen un exiguo régimen de estiaje, el sistema de depósitos artificiales ó pantanos parece llamado á desempeñar un papel importantísimo en el desarrollo progresivo del riego de varias zonas agrícolas, especialmente las de Levante, donde con frecuencia desconsoladora las cosechas se ven comprometidas por los rigores de una sequía extremada, mientras que las aguas aturbonadas caen y desaparecen en las corrientes de los ríos y arroyos casi al mismo tiempo, sin poder ser aprovechadas por los campos, calcinados por una atmósfera seca y ardiente.

Dichos depósitos ó pantanos se forman, ora cerrando por medio de diques de fábrica las angosturas que con frecuencia presentan el álveo de los riachuelos ó arroyos al atravesar las regiones montañosas, ora almacenando en una depresión del terreno las aguas desviadas de su cauce natural durante el período de abundancia, con objeto de utilizarlas en la época crítica del estiaje, ó bien acumulando en sitio conveniente las que, procedentes de pequeños manantiales, ó suministradas directamente por las lluvias en la respectiva cuenca de recepción, han de ser luego distribuídas en la época y en la forma que las circunstancias particulares exijan. La formación de pantanos podrá, por lo tanto, constituir un medio supletorio para la alimentación, durante el estiaje, de los canales derivados de los ríos, y en la mayoría de los casos dará origen á un aprovechamiento especial de las aguas, sobre todo cuando por la insuficiencia del caudal continuo disponible, ó por la situación de los terrenos que se destinen al riego, ó por ambas causas á la vez, no sea posible recurrir con ventaja al sistema de derivaciones y canales. El sistema de depósitos permite dar mayor alcance al aprovechamiento de las aguas para riego: primero, extendiendo el beneficio de las aguas á las regiones cuya topografía no es compatible con la construcción de canales; segundo, facilitando la aplicación ordenada y metódica de las aguas corrientes de régimen muy inconstante, mediante su almacenamiento durante el período de abundancia en que tienen menos valor, y su distribución más útil y ventajosa en el de escasez; tercero, regularizando el desagüe repentino é intermitente que producen las lluvias aturbonadas y mal distribuídas; y cuarto, facilitando el más útil empleo de los pequeños manantiales, insuficientes por su corto caudal para dar lugar á un disfrute continuo.

La práctica del embalse de las aguas para su oportuna aplicación al riego debió ser conocida en España desde una antigüedad muy remota; pero la construcción de los pantanos, que por su importancia pueden compararse con los más célebres de las antiguas civilizaciones de Oriente, data de una época relativamente cercana. Uno de los más notables que existen es el llamado de Tibi, en la provincia de Alicante, cuya presa cierra una garganta en el curso del río Monegre; el envase que, además de las aguas de este río, recibe las de numerosas

fuentes, arroyos y barrancos, tiene una cabida total de 3.700.000 metros cúbicos, destinándose las aguas almacenadas al riego de las 3.700 hectáreas que mide la huerta de Alicante. La obra data de últimos del siglo XVI, atribuyéndose su construcción al célebre arquitecto Juan de Herrera. El pantano de Elche es parecido al de Tibi, aunque de menor capacidad. El de Níjar, en la provincia de Almería, y barranco de Carrizal, es de creación reciente, debiendo contener 15 millones de metros cúbicos de agua para el riego de 13.000 hectá-

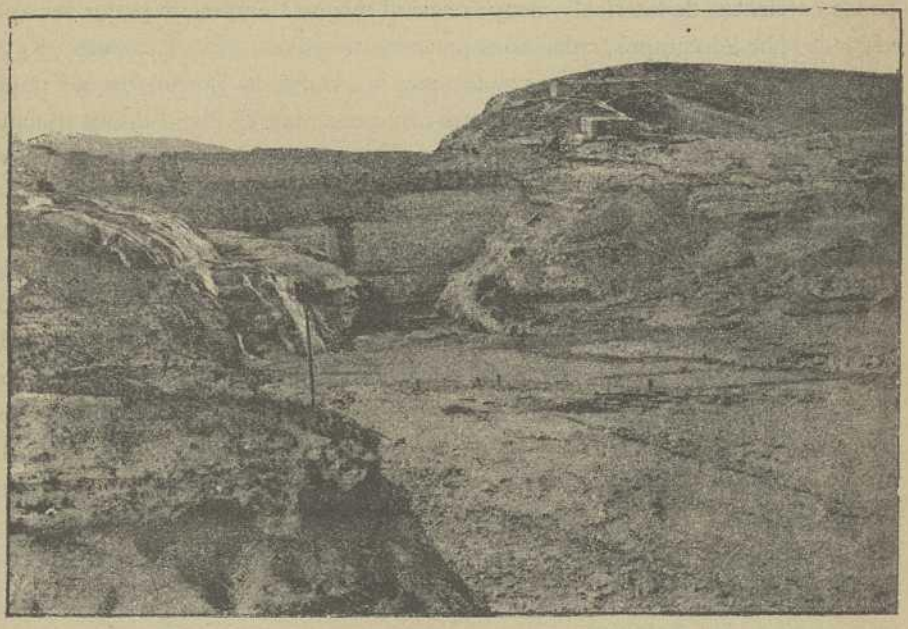


FIG. 152.—Vista del muro del pantano de Puentes, en Lorca, aguas abajo, á raíz de la gran inundación de Marzo de 1884, que produjo desperfectos de consideración.

reas; pero en realidad el agua no ha pasado nunca de la mitad de la altura del depósito. El pantano de Huesca fué construído á fines del siglo XVII en una de las gargantas del río Isuela, siendo su capacidad de 1.178.000 metros cúbicos, con cuyo volumen de agua se riegan 5.376 fanegas de huerta y 18.088 de cereales; trátase de aumentar la capacidad del depósito hasta 2.760.000 metros cúbicos. El célebre pantano de Puentes (Lorca) (fig. 152) quedó inutilizado á principios de este siglo, á consecuencia de la ruptura del dique; pero á estas fechas se halla reconstruído. Las obras de reconstrucción empezaron en 1870 y han terminado en Junio de 1887. El coste de dichas obras, sin contar los gastos de la constitución de la Sociedad, escrituras, etc., ni los intereses del capital, ha sido de 3.465.593 pesetas. El muro tiene 48 metros de altura y uno más de parapeto. El espesor del muro por la parte superior es de 4 metros, y por la inferior de 37 y 50 centímetros. El embalse, lleno hasta los 45 metros, que

es la cota del aliviadero de superficie, cubica 32.000.000 de metros cúbicos. Puede calcularse disponible, por término medio, al año para el riego un volumen triple del citado anteriormente, y de que podría deducirse el número de hectáreas regulares que dependen de la clase de cultivo que prevalezca. El pantano de Almansa, que data del siglo XVI, es análogo en su disposición al de Tibi, aunque más pequeño, alimentándolo las aguas perennes de cinco pequeños manantiales y las eventuales de las lluvias; riega de 350 á 700 hectáreas de terreno. En las provincias de Logroño y Navarra, y en Cataluña, existen también varios pantanos artificiales de menos consideración que los mencionados, y, por último, se hallan proyectadas ó en construcción otras obras de este género, como, por ejemplo, los pantanos de Santa Teresa, en la provincia de Ávila, de tres millones de metros cúbicos de capacidad; el de Almochuel, en la provincia de Zaragoza, de una capacidad análoga; el de Híjar, en la de Teruel, de una capacidad aforada de 13 millones de metros cúbicos; el de Gestalgar, en la provincia de Valencia, y el de Isbert, ó de Denia, en la de Alicante, con un embalse aforado en 40 millones de metros cúbicos, calculándose que podrá regar una superficie de 12.000 hectáreas.

El alumbramiento de las aguas que corren ocultas en el seno de la tierra adquiere una importancia de primer orden en un país como España, que posee pocas corrientes superficiales de carácter permanente, y aun éstas suelen quedar reducidas á caudales insignificantes en el período crítico del estiaje. Además, se presta el procedimiento en muchos casos á un sinnúmero de pequeños aprovechamientos, ocasionando gastos insignificantes comparados con los de las obras de riego de que acabamos de tratar; y en prueba de ello podemos citar la rica y floreciente llanura conocida con el nombre de «Campo de Tarragona,» en cuyo subsuelo ha abierto el activo agricultor catalán numerosísimas galerías para llevar á la superficie las aguas que no pueden proporcionarle las enjutas ramblas que surcan la comarca. Son también muy frecuentes los trabajos de esta naturaleza en todo el litoral de Cataluña, Valencia y Alicante.

En la parte de este tomo que trata del sondeo y de los pozos artesianos, hemos sentado las nociones generales de hidrografía subterránea, explicando el modo de acumularse las aguas en el subsuelo y el origen de los manantiales, y en obsequio á la brevedad remitimos el lector á dicho capítulo. Las aguas que corren por los interiores del terreno presentan en su curso circunstancias sumamente variadas, pero se pueden distinguir dos tipos principales, á saber: corrientes subterráneas de superficie libre, es decir, aquéllas sobre cuya cara superior no se ejerce presión alguna, salvo la atmosférica, y son comparables á los ríos y arroyos que corren á cielo descubierto, y corrientes subterráneas de curso forzado, las cuales llenan el hueco que dejan los intersticios del terreno permeable comprendido entre dos capas impermeables, y cuyas aguas se hallan sometidas á una carga debida á la existencia de un depósito natural situado á mayor altura.

Respecto de las corrientes del primer tipo, las hay que desaguan espontáneamente á la superficie, constituyendo los manantiales naturales; pero gran parte de esas aguas no encuentra condiciones á propósito para salir al exterior, y si se quiere aprovecharlas para las necesidades de la agricultura ó de la industria, es preciso alumbrarlas por medios artificiales. El problema de la investigación y el arte de descubrir dichas aguas son del dominio de la geología, y por más que existen desde antiguo reglas prácticas destinadas á los que buscan el elemento oculto, se refieren todas á la presencia de la humedad en el suelo, dato desde luego insuficiente como indicio cierto de la existencia de aquél; de modo que, en la mayoría de los casos, lo más prudente es consultar un geólogo experimentado antes de meterse en gastos. Y aquí debemos poner á nuestros lectores en guardia contra los llamados *zahoríes,* con ó sin «varilla adivinatoria», cuyo pretendido arte carece de fundamento racional, prestándose únicamente á explotar la credulidad del vulgo y aun de muchas personas que pasan por ilustradas. Hace algunos años un abate francés llamado Richard, que no debe confundirse con el ingeniero francés del mismo apellido que dirigió el célebre sondeo de Vitoria, hizo en nuestro país una campaña de exploración de manantiales, realizando una ganancia considerable por medio de suscriciones por pago anticipado; pero los pronósticos de este «profeta del agua», como se le llamó, no tenían más valor que los de nuestros zahoríes.

Los procedimientos más comúnmente empleados en la práctica de los alumbramientos de aguas son: el de presas, el de galerías y el de pozos ordinarios. El primero se aplica, por lo general, cuando las aguas que se quieren recoger corren por el fondo de un valle, barranco ó repliegue cualquiera del terreno, entre la masa de acarreo que lo rellena, pero de tal modo que el nivel de la capa fluida queda á mayor ó menor profundidad bajo el suelo. La presa, que debe ser impermeable, se construye en el punto más conveniente, á través del valle ó barranco, fundándola sobre el terreno impermeable que sirve de base á la capa acuífera, y levantándola hasta el nivel de la superficie; de este modo se corta el paso natural al agua, que se acumula detrás de la presa elevándose hasta su paramento, en el cual se dejan mechinales para dar entrada al líquido á un acueducto ó caz, que lo conduce donde se quiera aprovechar. El sistema de galerías se halla indicado en todos los casos en que sólo se sabe que existe una capa acuífera, pero no donde ofrece sus inflexiones, pudiendo correr el agua, no encauzada, sino formando un manto de espesor próximamente uniforme, ó bien en delgados filetes por las grietas de las rocas. Se practica una galería en la ladera, á modo de socavón, y al romper la capa acuífera se abren galerías secundarias en la misma, en diferentes direcciones, por cuyas pendientes afluye el agua más abundantemente á la galería principal. Como se comprende, el fondo de la galería ha de ser impermeable, mientras que sus paredes y bóveda deben construirse de piedra en seco ó con numerosos mechinales, á fin de dar entrada

á las aguas que se infiltran por el terreno superior. Por último, se recurre á los pozos ordinarios cuando la profundidad bajo la superficie á que se encuentra la capa acuífera y la configuración topográfica de la región, no permiten la aplicación de los procedimientos de alumbramiento referidos.

En cuanto á las corrientes subterráneas del segundo tipo, esto es, las de curso forzado, son objeto de los alumbramientos por medio de taladros de sonda ó pozos artesianos, de los que hemos tratado detenidamente en un capítulo anterior de este tomo. Tanto en estos pozos artesianos, cuando el impulso natural es insuficiente para que el agua llegue hasta la superficie, como en los pozos ordinarios, en los que el agua permanece á cierto nivel sobre su fondo, es preciso recurrir, para el alumbramiento, á medios mecánicos, como cubos, cigoñales, rosarios hidráulicos, norias ó bombas de diferentes clases; á los que se aplican, según los casos, motores animados, ó sean hombres y animales, mediante tornos y malacates, ó bien motores mecánicos, como ruedas hidráulicas, de viento, máquinas de vapor, etc. Con el tornillo de Arquímedes, los llamados achicadores holandeses, las ruedas de cangilones y las bombas centrífugas, se pueden elevar las aguas de canales y ríos, en puntos convenientes de sus riberas, hasta verterlas sobre los campos que se trate de regar, ora directamente, ora mediante caces ó acequias.

Réstanos hacer algunas consideraciones generales acerca de la ejecución material del riego propiamente dicho, en los terrenos laborables. Cualesquiera que sean el origen y la cantidad disponible de las aguas, ya procedan de canales ó acequias derivadas de los ríos ó de los arroyos, permitiendo el riego directo ó *á hilo*, ó ya sea preciso, por la insuficiencia del caudal, embalsarlas previamente en depósitos, estanques ó pantanos, dando lugar al riego *por restaño;* ya lleguen las aguas á la parcela regable obedeciendo tan sólo en su movimiento á las leyes de la gravedad, constituyendo el riego *de pie*, ó ya sea preciso elevarlas por medios mecánicos, los métodos comúnmente empleados en España para el riego de terrenos laborables se reducen al *riego por submersión* ó *á manta*, y el *riego por surcos.*

El riego por submersión consiste en extender por toda la superficie regable, dividida en una serie de almantas ó tablares sensiblemente horizontales y de dimensiones variables, una capa de agua de cierta altura, para que sea absorbida ó filtrada por el terreno, después de interrumpida su comunicación con la acera de que el agua procede. El riego por surcos es un verdadero riego por infiltración, y consiste en hacer entrar el agua con el mismo objeto en una serie de divisiones en el terreno, en las cuales se han establecido surcos horizontales, muy ligeramente inclinados, separados unos de otros por caballetes ó prominencias de tierra de dimensiones variables y diversamente esparcidas según los cultivos. Estos dos métodos suelen aplicarse simultáneamente en la misma zona, según sean la topografía del terreno, la naturaleza de los cultivos y la cantidad

de agua de que se dispone. El primero exige mayor consumo de agua para la misma superficie regada, y su aplicación se halla más restringida que la del segundo por los accidentes topográficos.

No es posible dar reglas fijas para la distribución de las aguas de una acequia destinada al inmediato surtido de una zona, porque para ello hay que tener en cuenta elementos esencialmente variables; sólo puede decirse, en términos generales, que debe procurarse que el agua llegue á todas partes sin estancarse en ninguna, recorriendo el menor trayecto conciliable con la pendiente. Según que ésta sea pequeña, mediana ó grande, las caceras se disponen en el sentido de la máxima pendiente, en dirección oblicua á las curvas de nivel, ó bien se establecen saltos combinados con un fraccionamiento de la superficie en una serie de planos escalonados, bancales ó albitanas. En cuanto á la cantidad de agua, hay que tener en cuenta que un caudal pequeño que tuviera que recorrer un largo trayecto antes de llegar á la superficie regable, podría anularse por filtraciones y pérdidas de todas clases antes de llegar á la parcela; en cambio, un gran caudal conducido por una cacera que tuviese una pendiente considerable, produciría en ésta y en el terreno regable erosiones perjudiciales. Habrá, por lo tanto, un volumen medio con el cual pueda efectuarse el riego en buenas condiciones; y partiendo del caudal que un buen regador pueda guiar fácilmente con la azada, cabe fijar como máximo volumen en la reguera el tipo de 18 á 20 litros por segundo, y como mínimo un volumen de dos á tres litros en el mismo tiempo; con volúmenes menores que este último tardaría mucho el agua en llegar al extremo de la era, dejando desigualmente impregnado su fondo, mientras que con volúmenes mayores que el primero citado habría necesidad de dejar abiertas simultáneamente varias eras, de las que unas quedarían excesivamente regadas y otras deficientemente, perdiéndose además bastante agua.

La *labranza ordinaria*, ó sea la conservación de los campos cultivables en sus condiciones normales de fertilidad, comprende los trabajos periódicos del cultivo y el abonar el suelo, operaciones todas que deben sostenerse y completarse mutuamente.

Después de la recolección de una planta, es preciso preparar el terreno para recibir la simiente de otra. Respecto de las siembras de invierno, las labores preparatorias se hacen á fines de verano y principios de otoño; para las siembras de verano, las épocas más á propósito para semejante preparación son la caída del otoño, el invierno y la primavera.

Para la labor se emplean palas, layas, azadas, arados de diversas formas, movidos por los animales y por el vapor, escarificadores, extirpadores y otros instrumentos análogos, gradas y rodillos.

La labor á mano, por medio de la pala, la laya y aun con la azada, es más completa que la que se hace con los arados ordinarios, especialmente los que se usan desde tiempo inmemorial en nuestro país; por lo mismo dichos instrumen-

tos de mano se emplean preferentemente en la horticultura. El objeto de semejante labor es el de enterrar las malas hierbas y rastrojos, la mezcla de los abonos con la tierra, así como la remoción y quebrantamiento de ésta, invirtiendo el prisma de tierra á fin de que la meteorizada y superficial, que contiene mayor cantidad de principios asimilables, se ponga en contacto con las raíces.

La labor de arado está llamada á sustituir la labor con la pala, por ser más económica, y se practica una ó más veces en el año, según la clase de terreno y la planta de cuyo cultivo se trata. En el otoño se levanta el rastrojo, empleando en los países más adelantados un arado especial, que labra anchos surcos; si el campo ha de quedar sin sembrar durante el invierno, se le deja en tal estado, á fin de exponerlo mejor á la acción de los hielos. «Arar antes del invierno es casi tanto como abonar,» dice un refrán alemán; pues, como reza otro dicho del mismo pueblo, «la helada es el mejor labrador;» esto es muy cierto, por cuanto esa operación, lo mismo que este fenómeno natural, aceleran la desintegración y descomposición de las tierras. En la primavera se da la primera vuelta á la tierra, cruzando los surcos de la anterior; esta labor debe efectuarse con un arado moderno, y no con las antiguallas del género, tan comunes todavía en España, y que no hacen más que arañar la tierra sin invertir el prisma, operación necesaria é indispensable en toda buena labor. En el verano, si el terreno es fresco ó de regadío, y á principios de otoño si de secano, se ara de nuevo una ó dos vueltas, la segunda en dirección perpendicular á la primera, de modo que los surcos de ambas se crucen, y al mismo tiempo se incorpora el abono con el arado. Antes de cada siembra se da otra labor con el arado, más superficial y más yunta, es decir, de surcos más apretados, que dividen la tierra más finamente. Esta serie de labores expone sucesivamente á la acción de la atmósfera todas las partículas de la tierra.

A la labor de arado sigue la labor con la grada, que tiene por objeto allanar y mezclar la capa superficial de la tierra, limpiarla de malas hierbas, enterrar la semilla, así como desmenuzar la tierra, especialmente en la primavera, á fin de acrecentar su utilidad para la planta y conservar la humedad en las capas inferiores.

El rodillo sirve para quebrantar los terrones y afirmar y aplanar la superficie del terreno, fijando al mismo tiempo los granos sueltos y destruyendo animalejos dañinos, como caracoles y otros. Se pasa generalmente después de la grada; pero á veces se vuelve á pasar ésta después de emplear el rodillo.

La labor con los extirpadores tiene también por objeto mullir superficialmente la tierra y extirpar las malas hierbas. Los escarificadores se emplean en especial en terrenos donde se ha sembrado el trébol varios años consecutivos, así como en campos cubiertos de césped para roturar la capa superficial y facilitar de este modo la labor de arado. La azada sólo puede quebrantar y mezclar la tierra, pero no volverla completamente como el arado moderno; su em-

pleo es muy común en países que no han alcanzado un elevado grado de cultura; pero se usa también generalmente en la recolección de plantas tuberculosas, ó de raíces gruesas. En el cultivo de dichas plantas se utiliza un arado de construcción especial, que amontona la tierra lateralmente al pie de las mismas, dispuestas en hileras.

Todos los trabajos referidos deben practicarse con las debidas precauciones, especialmente tratándose de terrenos compactos del grupo de los arcillosos. Si el estado meteorológico no es normal, y la tierra está demasiado seca ó demasiado húmeda, el labrarla puede ocasionar más daño que beneficio, porque en el primer caso penetran difícilmente los instrumentos de cultivo, y en el segundo se invierte mal el prisma de tierra y se producen muchos terrones, que luego hay que desmenuzar con el rodillo. El suelo debe siempre estar fresco, blando, suelto y penetrable para los gases; pero las tierras ligeras no deben carecer de resistencia y reclaman menos labores que las feraces; y si acaso forman terrones, se deshacen fácilmente con un rodillo muy ligero, mientras que en terrenos arcillosos es preciso arar mucho y pasar varias veces la grada y un rodillo pesado.

Desde la entrada de la primavera hasta la caída del otoño, y aun durante el invierno en días libres de helada, deben labrarse continuamente los campos en la forma y de la manera que reclamen las plantas que se cultiven. La labor más difícil y fatigosa es la que requieren todas las clases de plantas industriales, y el grupo de las de tubérculos, como la remolacha, patata, etc.; en este género de cultivo es preciso, no sólo preparar con cuidado la tierra, arando repetidamente y pasando la grada y el rodillo antes de sembrar ó plantar, sino que durante el crecimiento es menester mullir la tierra y escardar repetidas veces con la azada é instrumentos análogos. Por esto el cultivo de dichas plantas es tan á propósito como precursor del de los cereales, sentando algo el terreno, y después de dar al suelo una labor concienzuda antes de la siembra, pero que no necesita tanta atención durante la vegetación; en cambio, después de la recolección, y por lo mismo que la tierra se ha removido menos, hay que labrar activamente. Las plantas forrajeras, como, por ejemplo, el trébol, no reclaman tantas labores durante su crecimiento, porque dan sombra á la tierra protegiéndola lo suficiente contra el endurecimiento y las malas hierbas.

El suelo no es cultivable sino cuando es húmedo y suelto en el grado apetecible; estas condiciones sólo pueden lograrse mediante el abono y las labores mecánicas.

INSTRUMENTOS Y MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Grande es el número de instrumentos de diversas clases que se han construído en nuestros tiempos para satisfacer las exigencias de la agricultura moderna. Las dificultades que tuvo que vencer la ciencia á fin de sustituir con éxito el trabajo mecánico al puramente manual, fueron muy considerables, porque fué necesario escoger construcciones al alcance de cualquier artesano de aldea, y porque las máquinas carecerían de utilidad para muchos cuando para repararlas en lo más mínimo se necesita devolverlas á la fábrica. Miles de ensayos fueron precisos hasta que se logró fabricar instrumentos y máquinas servibles, lo mismo en tierras pesadas que en las ligeras, en parajes llanos como en declives, en tiempo húmedo como en seco, con caballos ó mulos como con bueyes, con fuerza de vapor ó hidráulica como con trabajadores expertos ó con torpes.

Pero semejantes dificultades se vencieron, y bajo el aguijón de las tendencias progresivas de nuestra época acabaron los agricultores del continente por admitir el principio fundamental, seguido hace mucho tiempo en Inglaterra, de no emplear la fuerza del hombre donde se puede conseguir lo mismo con un animal, ni la del animal donde cabe aplicar eficazmente una fuerza más poderosa y más barata, como la del agua, del viento ó del vapor. Es preciso tener presente que en las actuales circunstancias, y por término medio, según los cálculos de personas peritas, el vapor que resulta de la combustión de dos y medio kilogramos de hulla equivale al trabajo de un hombre durante diez horas, siendo éste de seis á siete veces más caro que el de un animal de tiro, y de cuarenta á sesenta veces más que el efecto de la máquina de vapor.

La pala, la azada y el pico son hoy todavía los instrumentos de mano más usuales para labrar la tierra, y la mayoría de las máquinas ó arados que se arrastran por animales ó motores de vapor pueden considerarse como representantes perfeccionados de aquéllas. No cabe duda que la manera más antigua de labrar la tierra, que practican todavía los pueblos menos adelantados con herramientas casi tan primitivas, consistía sólo en quebrantar superficialmente el terreno; bastaba después de la cosecha una labor superficial del suelo para sustraer la simiente á los pájaros y á la sequedad. Una rama de árbol con la extremidad vuelta (figuras 153 y 154), y labrada toscamente en punta, que más tarde se aprendió á cubrir de hierro, constituyó el primer instrumento de cultivo. Andando el tiempo y pasando, digámoslo así, por fases sucesivas, fuese transformando dicho instrumento rudimentario en el pico, la azada y la pala, los cuales, según los usos especiales á que se destinan, se fabrican hoy de las formas más diversas, cuya descripción sería demasiado prolija, y para la cual remitimos al lector á los tratados completos de agricultura. En los países más adelantados (Ingla-

terra, Alemania, etc.) tiene cada uno de estos útiles su nombre propio, indicativo de su uso; en nuestra lengua, más sonora y aparatosa que propiamente rica, dichos nombres no tienen sus equivalentes, lo cual se explica en muchos casos por hallarse desconocidas por completo en el país las herramientas mismas. Las más modernas son las palas, azadas, layas, etc., construídas expresamente para los trabajos de desecación y representadas en la fig. 149; y si á los útiles

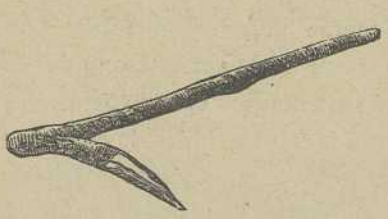


FIG. 153.

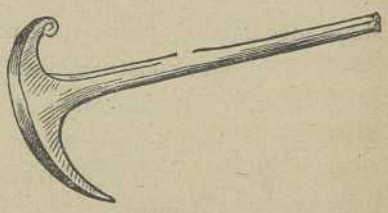


FIG. 154.

Formas más antiguas de herramientas para labrar la tierra.

referidos agregamos la sonda á mano, que se emplea hoy en muchos casos para reconocer la naturaleza del subsuelo, y las diversas formas de hoz, guadaña, rastrillo, horquilla, etc., usadas en las faenas de la recolección, habremos completado el cuadro de los instrumentos manuales, propios de la agricultura.

Con el empleo del arado dió principio la verdadera labranza del suelo en

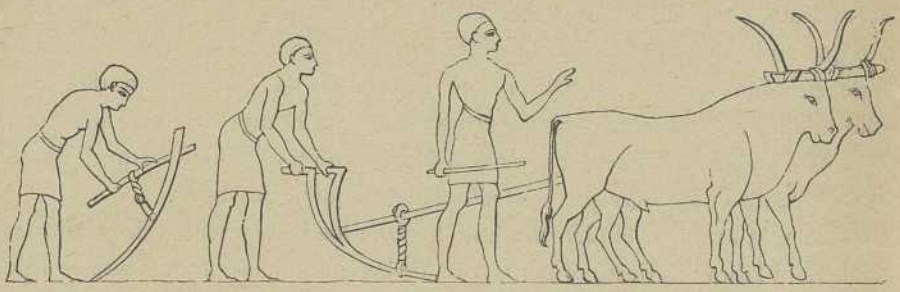


FIG. 155.—Azada y arado de los antiguos egipcios.

grande, y al propio tiempo la civilización misma; por esto todos los pueblos agrícolas han tenido siempre el arado en mucha estima, cantándolo en sus poesías y mirándolo como el símbolo del dominio del hombre sobre la tierra. En los antiguos monumentos egipcios se halla representado en forma sumamente primitiva (fig. 155), que difiere poco del arado que se emplea todavía en el valle del Nilo y otros países orientales. Los griegos y romanos mejoraron bastante el modelo egipcio, y en los arados representados en las figuras 156 y 157 reconocerá el lector fácilmente el origen del arado español, que es sin disputa el representante del género más imperfecto de cuantos emplean los pueblos civilizados, y prueba hasta qué grado somos todavía esclavos de la rutina. Los griegos atribuían el invento del arado á Demeter (Ceres), la madre que todo lo alimenta, así

como á su favorito Triptolemos de Eleusis, cuyo nombre significa «campo arado tres veces,» mientras que, según la leyenda, fué Buzyges el que enseñó á los atenienses el arrastre del arado por medio de bueyes. Hesiodo, poeta del siglo VIII antes de nuestra Era, es el primero que describió el arado como instrumento consistente en un árbol ó timón de madera de encina y en un dental y un mango hechos de madera de olmo ó laurel; más tarde se le añadió un cuerpo delantero con ruedas, y también una reja.

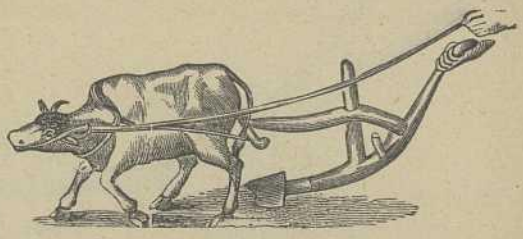


FIG. 156.—Arado de los antiguos romanos.

Los romanos atribuían su conocimiento del arte de arar á la observación de la manera cómo los cerdos revuelven la tierra con el hocico, y se dice que construyeron sus primeros arados en imitación de la cabeza de dicho animal; el rudimento de vertedera que inventaron correspondía á las orejas y se colocaba, por lo mismo, en ambos lados del dental, llamándose *aures* (orejas, y *orejeras* en nuestro país); todavía se emplea hoy en el Mediodía de Francia un instrumento parecido, llamado *bineur*, nombre que se deriva del latín *binae aures*, ó sea «dos orejas». Los escritores romanos refieren que se usaban varias clases de arados, el llamado *romano* para tierras pesadas, y el *campano* para tierras ligeras (Catón); una especie de arado para amontonar la tierra (Varón), otro para enterrar la simiente (Plinio), y otro destinado á obras de riego (Paladio). Distinguían en el arado el timón, *emo*; la esteva, *stiva*, con su mancera, *manícula;* el dental, *dentale;* la «cola de buey,» *buris* ó *bura*, que era la parte posterior del instrumento; la cuchilla, *culter*, y la reja, que se llamaba *vomer* cuando tenía figura de cuña, y *vectis rostratus* cuando era prolongada y combada.

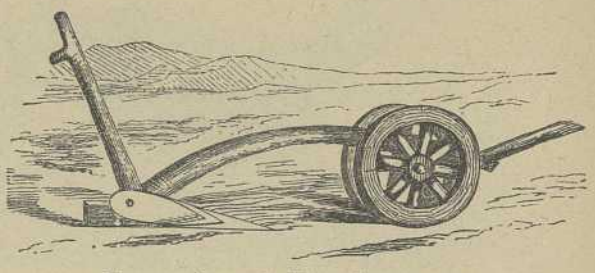


FIG. 157.—Otro arado de los antiguos romanos.

Al fundar sus ciudades, tenían los romanos la costumbre de trazar con un arado, tirado por un buey y una vaca, la demarcación de la muralla; y cuando destruían algún lugar habitado, araban después el sitio, para indicar que no debía volverse á edificar en él.

En China, sale el emperador al campo una vez cada año, y en día determinado por los astrólogos, y guía un arado en honor de la agricultura; ejemplo que imitó por el año 1780 el emperador de Austria José II, casi al mismo tiempo que la Academia de Ciencias de Madrid hacía objeto de un concurso la

cuestión trascendental de si el trabajo industrial desprestigia ó no á la aristocracia.

Para el cultivo en grande está llamado el arado á hacer de una vez, mediante una sola fuerza de tiro, el trabajo de la azada, pala y demás instrumentos de mano destinados á cortar y voltear la tierra. Debe ser seguro en el andar, fácil de guiar, y reunir en lo posible las condiciones de ligereza, solidez y precio módico, y se reclama de su trabajo que corte vertical y horizontalmente un prisma de tierra, volteándolo completamente y dejando un surco igual y limpio.

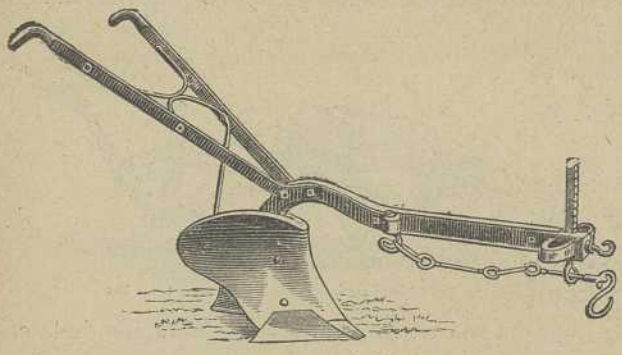


FIG. 158.—Arado de balance.

El arado moderno presenta gran variedad de formas, según la naturaleza de los terrenos y las labores especiales para que se construye; pero esencialmente se compone, en todo caso, de las partes siguientes: una pieza de

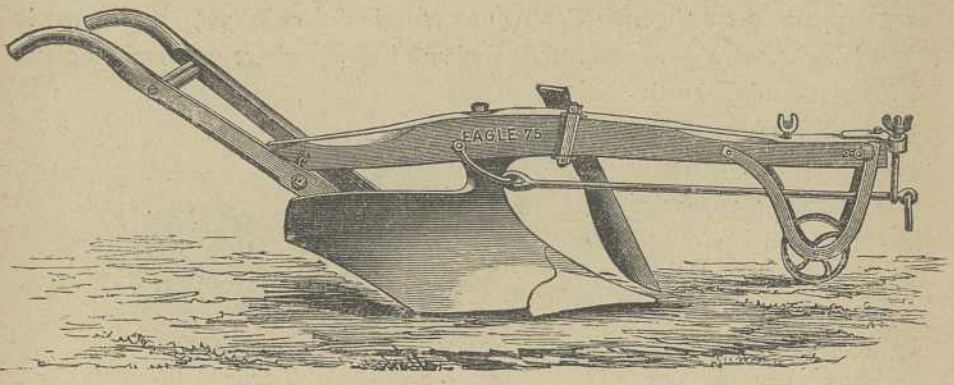


FIG. 159.—Arado americano de una rueda.

hierro que sirve de asiento á la reja y á la vertedera, á manera del dental de los arados antiguos, y que se desliza sobre el fondo del surco, aplicándose con el lado interior contra la tierra que queda en pie. La *reja*, que es una pieza de acero más ó menos cuneiforme ó triangular, que constituye la extremidad anterior del arado y está destinada á cortar horizontalmente la tierra y levantar el prisma así cortado, cuyo anchura depende del ancho de la reja. La *cuchilla* es una hoja fuerte de acero, dispuesta con mayor ó menor inclinación, pero de modo que su punta caiga sobre el extremo anterior de la reja en sentido vertical, facilitando la penetración de la reja. Detrás de ésta, y formando en cierto modo la continua-

ción de la misma hacia atrás y en un lado, se encuentra la *vertedera*, formada por una sólida plancha de hierro, vuelta de un modo especial á fin de elevar el prisma de tierra cortado y levantado por la reja y la cuchilla voltearle completamente á un lado, de modo que la parte que antes estaba á la superficie quede vuelta hacia abajo y enterrada. Dichas piezas están unidas entre sí por el

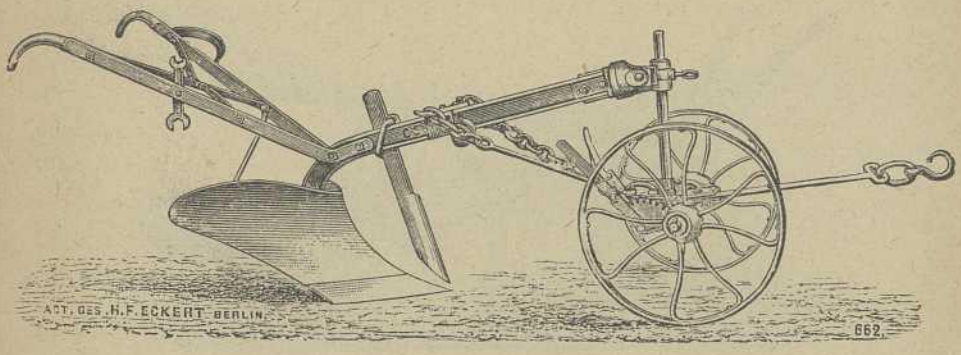


FIG. 160.—Arado alemán con antetrén.

cuerpo del arado, que afecta diferentes formas, según las diversas construcciones, y que sostiene además las manceras mediante las cuales se guía el instrumento.

Son además piezas del arado el *antetrén*, que sirve para dar un apoyo fijo al arado, y que consiste generalmente en dos ruedas en la parte anterior del ins-

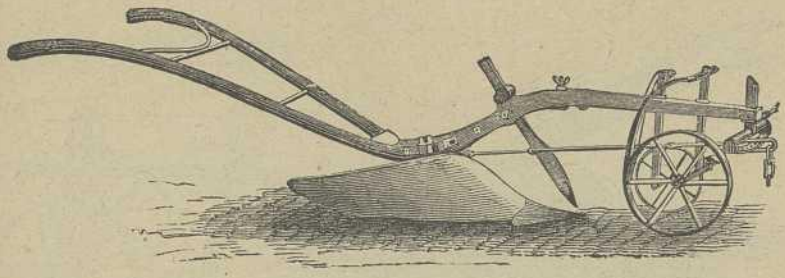


FIG. 161.—Arado inglés con antetrén.

trumento; estas dos ruedas son desiguales en diámetro, de modo que la más pequeña rueda por el terreno sin labrar, en tanto que la mayor gira por el fondo del surco; y el *graduador*, que consiste en un sector circular agujereado, de modo que puede graduarse á voluntad la anchura del surco. La profundidad del mismo se regula con una cremallera vertical, de modo que la cadena de tiro que parte en estos arados del arranque de la vertedera pueda subir ó bajar á voluntad, profundizando más ó menos la labor. Algunos arados se construyen sin antetrén, llamándose entonces de *balance* (fig. 158), y en otros el antetrén se compone únicamente de una rueda pequeña (fig. 159); pero en la mayoría con-

siste, como ya hemos dicho, en un carro ligero de dos ruedas (figuras 160 á 164). Como se ve por nuestros grabados, se adoptan diversas disposiciones para asegurar la dirección del tiro, que influye mucho sobre el trabajo del arado.

En algunas regiones europeas, especialmente en España y los países eslavos, se siguen empleando arados de construcción más ó menos primitiva, que

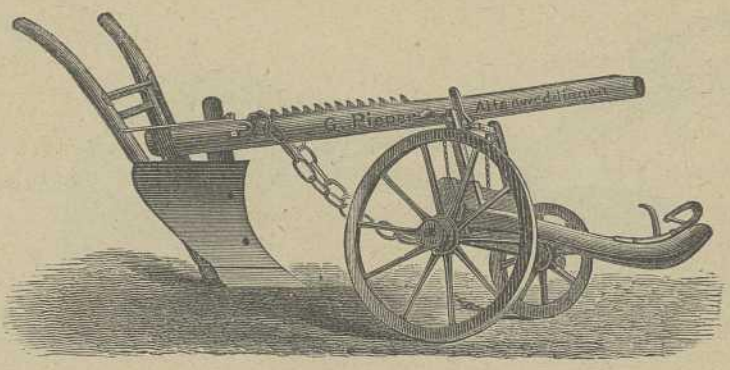


FIG. 162.—Arado alemán para labores profundas.

carecen de cuchilla y vertedera, y que sólo tienen una reja puntiaguda de hierro, sujeta en el extremo de un dental de madera. La pieza destinada á la labor consiste en dos barrotes de madera fijos á uno y otro lado del dental, que son las *orejeras*. Semejantes instrumentos penetran, como ya dijimos, muy someramente

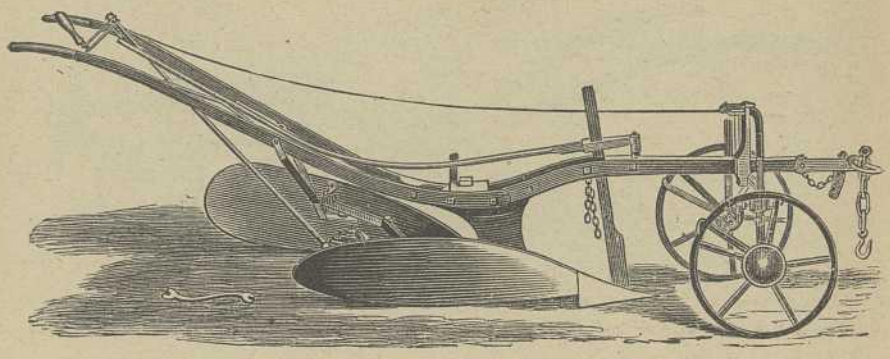


FIG. 163.—Arado inglés dicho *brabante*, con dos vertederas.

en la tierra, y no hacen más, en rigor, que arañarla sin voltearla; es, pues, evidente su imperfección, puesto que el objeto esencial de una buena labor consiste precisamente en el volteo de la tierra, ó sea en sacar á la superficie las partes más profundas y fructíferas, sepultando al mismo tiempo las superficiales más ó menos agotadas; efecto que no se puede conseguir sin vertedera. No cabe duda que dichos arados pueden prestar buenos servicios en determinados casos, cuando se trata de revolver superficialmente una tierra ligera y desmenuzable; pero son

ineficaces para toda roturación ó labor en regla, y tiempo es ya de que, bajo este concepto, cedan el puesto á los que representamos en nuestros grabados. Es cierto que éstos requieren, por regla general, una fuerza de tracción mayor, y más cuidado que los que reclaman tales antiguallas; pero en cambio no son

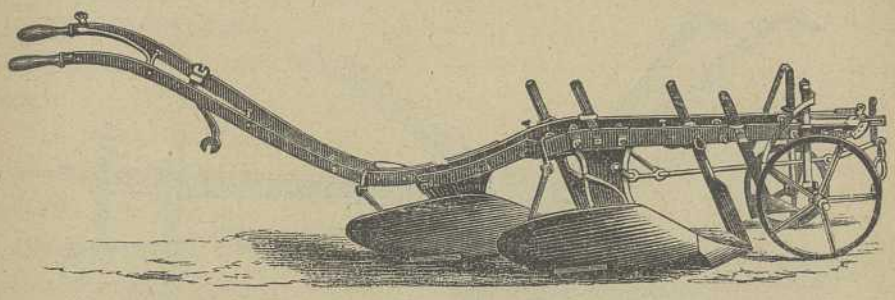


FIG. 164.—Arado doble.

menos seguras las grandes ventajas que resultan de su empleo, y se manifiestan pronto en la abundancia y calidad de los frutos.

Los arados se construyen generalmente con una sola vertedera, como los representados en las figuras 158 á 162, y con ellos, después de labrar un surco en un lado del campo, se pasa al otro, ó á cierta distancia del primero para labrar

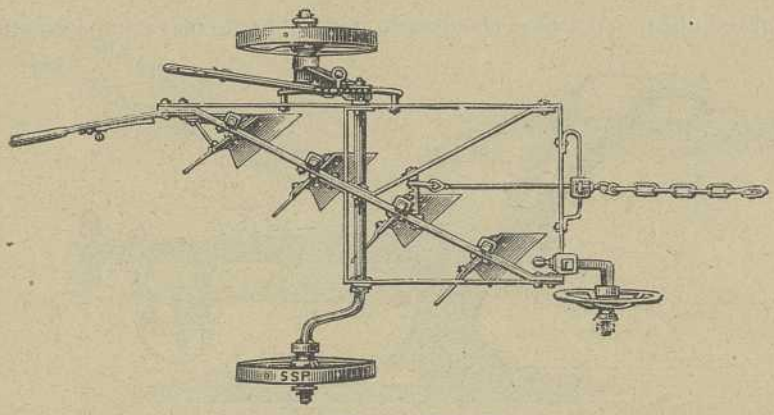


FIG. 165 —Arado de cuatro vertederas.

el surco de retorno. Esto se puede evitar con el empleo del llamado *arado bra bante* (fig. 163), que está provisto de dos vertederas, una en cada lado; mediante un sencillo mecanismo, la vertedera que no ha de servir puede levantarse sobre el terreno, y cuando se ha labrado un surco en una dirección, se vuelve el arado en el mismo punto y se emprende allí mismo el viaje de retorno, después de bajar la vertedera antes levantada y alzar su compañera. Llámanse *arados dobles* á los que tienen dos vertederas colocadas paralelamente, una un poco más atrás que la otra, como indica la fig. 164, de modo que con ellos se labran dos

surcos á la vez. Los hay también de construcción distinta de la ordinaria, que tienen tres ó cuatro vertederas (fig. 165) y labran otros tantos surcos á un tiempo; el que representa nuestro grabado es un instrumento bastante ligero y cómodo, que se emplea con frecuencia en las labores someras, especialmente

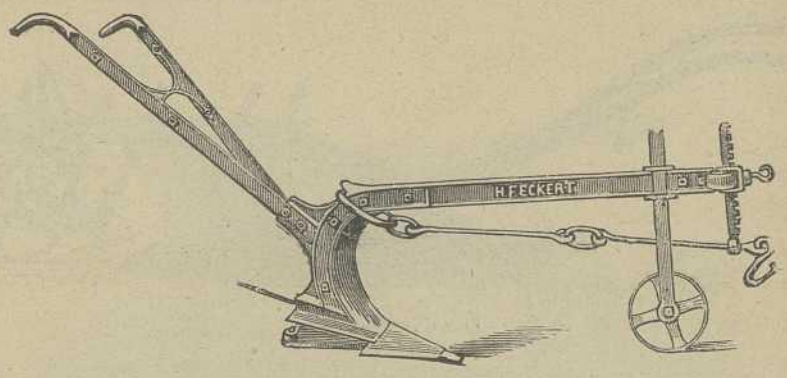


FIG. 166.—Arado europeo de subsuelo ó minero.

para enterrar la simiente, así como para alzar la tierra después de la cosecha, enterrando el rastrojo.

La construcción de los *arados de subsuelo* (figuras 166 y 167) difiere algún tanto de la de los ordinarios, siendo más pesada y sólida, porque su objeto, como el nombre indica, es remover el subsuelo, generalmente más compacto que el sue-

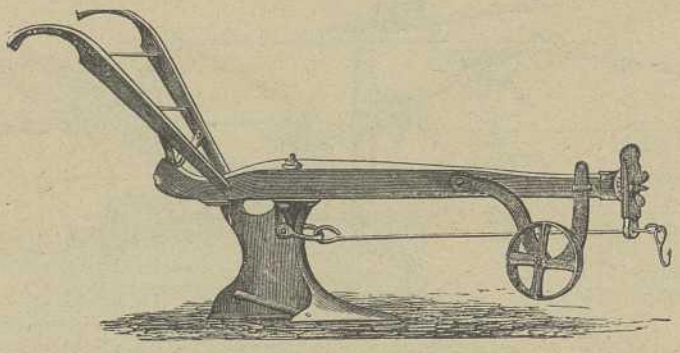


FIG. 167.—Arado americano de subsuelo.

lo; por regla general, carecen de vertedera y cuchilla, y no deben confundirse con los arados destinados á labrar profundamente (fig. 163), que se construyen para voltear por completo la tierra en suelos potentes, hasta la profundidad de 50 centímetros, haciéndose también más fuertes que los arados comunes, aunque relativamente ligeros merced al empleo del acero. A la clase de los arados de subsuelo, ó *mineros*, como también suelen llamarse, corresponde un arado especial, destinado á abrir conductos profundos de desecación, y que se arrastra por medio de cadenas y un torno movido á vapor. Por último, se construyen arados

llamados *universales*, con un cuerpo especial adaptado para la recepción de diferentes cuchillas, rejas y vertederas, según la clase de labor que se quiera practicar; y los hay además destinados á usos especiales, como el arado aporcador, que representa la fig. 168, y con el que se amontona la tierra en ambos lados de las plantas tuberculosas que se siembran en hileras, y el arado patatero, de la fig. 169, destinado al arranque de las patatas.

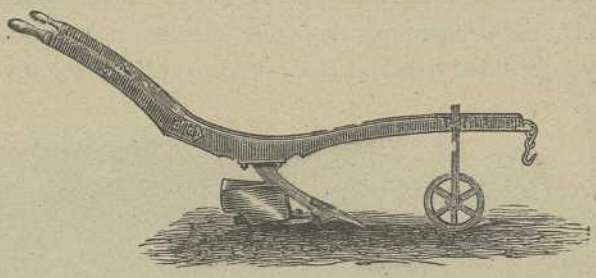


FIG. 168.—Arado aporcador.

De treinta años á esta parte vienen difundiéndose cada vez más los arados de vapor. Los primeros ensayos se verificaron en Inglaterra, y datan del tiempo de la construcción de las primeras locomóviles ó máquinas de tracción, que se enganchaban directamente á un arado de vertederas múltiples, arrastrándolo á través del campo que se trataba de labrar. Pero desde 1855 se ha abandonado este sistema directo de arar al vapor, por los llamados indirectos, de los que se distinguen tres. Según el sistema llamado perimétrico, el instrumento arador es

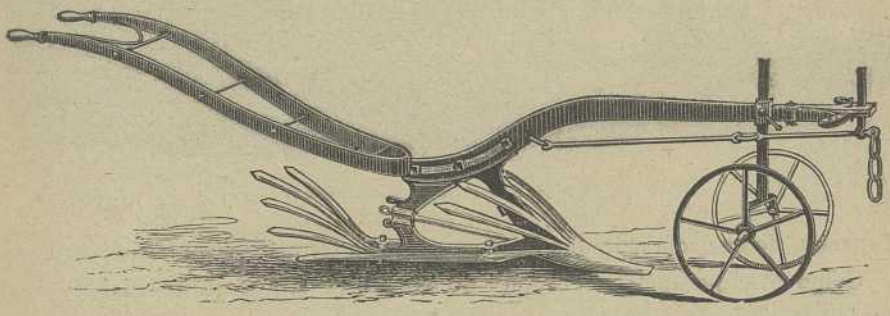


FIG. 169.—Arado patatero.

arrastrado entre dos tornos anclados movibles, situados uno enfrente de otro en dos lados opuestos del campo, por un cable dispuesto en torno de éste, en combinación con una máquina de vapor inmóvil. Por el sistema de máquinas gemelas, dos locomóviles provistas de tornos y colocadas en dos lados opuestos del campo, hacen tiro alternativamente del arado por medio de un cable tendido entre ellas. Por último, según el sistema de una máquina, la disposición es análoga, salvo el hallarse sustituída una de las locomóviles por un torno anclado.

El sistema perimétrico, desarrollado más especialmente por *Howard*, ofrece la ventaja de necesitar sólo un motor; y puesto que éste, ó sea la máquina de va-

por, permanece inmóvil en un mismo sitio durante toda la operación, permite la labranza á vapor de tierras muy ligeras, así como de terrenos accidentados, sobre los cuales no podrían circular pesadas locomóviles ó máquinas de tracción. El segundo sistema, ó sea el de dos locomotoras gemelas, es el que surte mejor efecto, pero al mismo tiempo el más costoso, puesto que entraña la adquisición de dos poderosas locomotoras; su superioridad consiste en la disposición más sencilla de los aparatos, de donde resulta un manejo más cómodo y rápido y mayor facilidad para una labor profunda. Respecto á ventajas é inconvenientes,

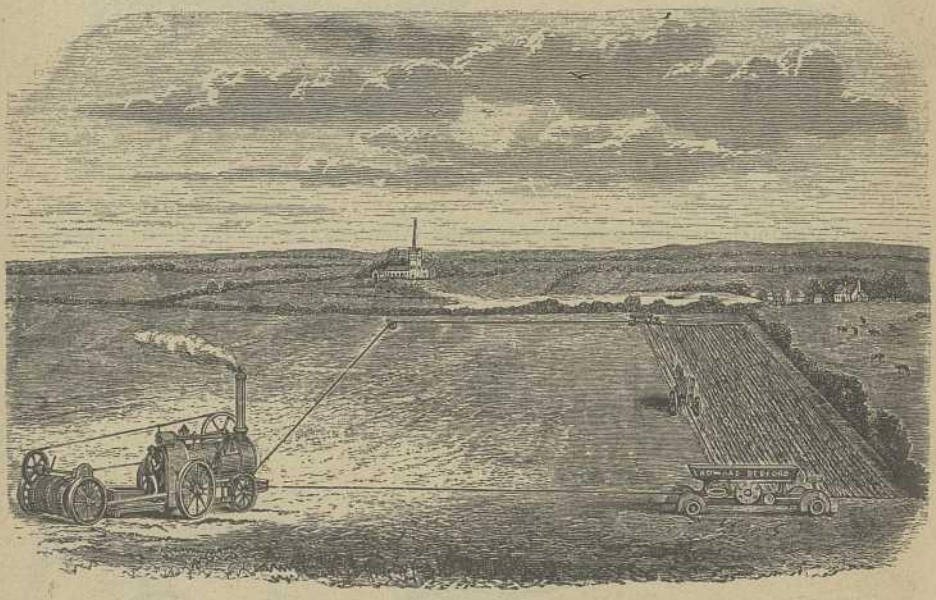


FIG. 170.—Aradura á vapor: sistema perimétrico de Howard.

el sistema de una sola máquina tiene un puesto intermediario entre los otros dos.

Como en el perimétrico el motor no cambia de sitio durante la labor, puede emplearse al efecto, en principio, una locomóvil cualquiera, en combinación con un torno especial que transmita el movimiento al arado; mas como, por regla general, las locomóviles empleadas en agricultura en las faenas de la recolección son demasiado débiles para el trabajo de que se trata, se hace precisa la adquisición de un motor más poderoso, construído á propósito, á modo de máquina de tracción, y provisto del torno necesario. La fig. 170 indica claramente la disposición de los aparatos en el campo; á la izquierda, en el primer plano, se ve el motor con el torno, desde el cual circula el cable de alambre guiado por poleas, alrededor del terreno que se va á arar, pasando por los dos tornos anclados, entre los que va y viene el arado. Cuando éste llega á un extremo de su camino, los tornos anclados avanzan un poco, á impulso de un mecanismo automotor regido desde la máquina, y entonces el arado camina en la dirección contraria, repi-

tiéndose la operación hasta dejar labrado todo el terreno. La polea que se ve frente á la máquina, en el ángulo opuesto del campo, sirve sólo de guía al cable, permaneciendo fija durante toda la operación. Las locomóviles que construye Howard para su sistema de arar están combinadas de manera que pueden servir además para todas las faenas agrícolas en que se emplea el vapor; el torno se halla colocado en el extremo posterior de la máquina, y puede apartarse fácilmente

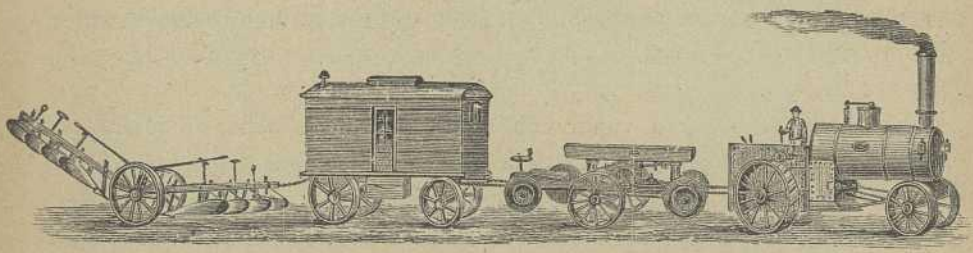


FIG. 171.—Tren de labranza para la aradura á vapor.

cuando se desea aplicar la fuerza á otros usos, como para mover máquinas de trillar y aventar, ó bien para utilizar la locomotora misma como máquina de tracción en el transporte de otros aparatos pesados. La fig. 171 representa un tren de labranza dirigiéndose al campo, compuesto de la locomóvil que arrastra

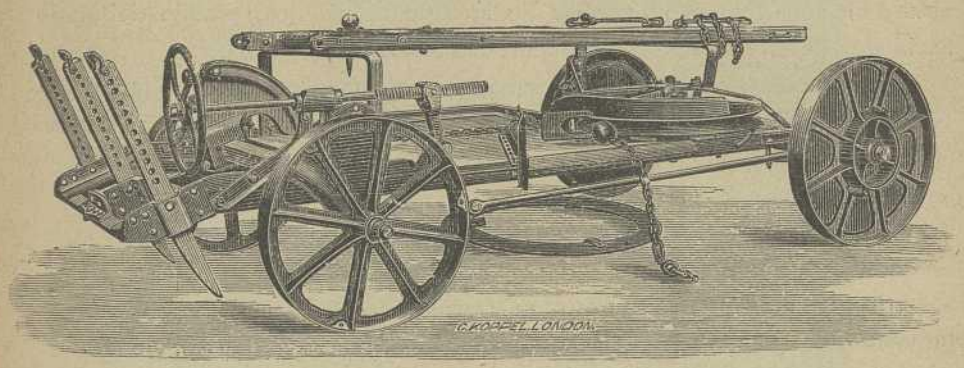


FIG. 172.—Torno perfeccionado de Savage para la aradura á vapor.

un torno de ancla, un vagón cerrado que contiene el cable y otros útiles, y el arado de que hablaremos luego.

Los tornos ó anclas que se emplean, tanto en el sistema descrito como en el de una máquina, se construyen hoy de manera que, después de atravesar el arado el campo en una dirección, avanzan automáticamente, es decir, por el sólo impulso del cable transmisor del movimiento. La fig. 172 representa el torno perfeccionado de *Savage*, montado sobre un carro especial de cuatro ruedas, provisto de tres fuertes anclas (á la izquierda), mediante las cuales se afirma en el terreno impidiendo el avance; al terminar el arado su carrera, una

bola de hierro fija al cable alcanza una palanca que produce el levantamiento de las anclas; en esto avanza el carro un poco en virtud de la tracción del cable, y cuando el maquinista da contravapor, las anclas caen, afirmándose nuevamente en la tierra, y emprende el arado su carrera de retorno. A las ruedas se atornillan aros cortantes; una de ellas se ve en el grabado debajo del carro, de modo que, penetrando los aros en la tierra, impiden que el aparato sea arrastrado lateralmente, esto es, en la dirección de la carrera del arado. Con el empleo de semejantes tornos automáticos toda la operación de arar á vapor, según el sistema de Howard y el de la máquina única, se verifica con solos dos operarios: el maquinista que dirige la locomóvil y el hombre que guía el arado.

El sistema de arar á vapor con motores gemelos debe su desarrollo á *Fowler*, y se presta cual ninguno á la labranza de campos muy extensos y relativamente llanos. Las dos locomóviles, cada una de las que lleva debajo de su caldera el torno ó tambor destinado á arrollar ó desarrollar el cable, se colocan en un extremo y á ambos lados del campo que se trata de labrar, y el instrumento arador va y viene transversalmente entre ellas, á impulso del cable que pasa de un tambor al otro, y se pone en movimiento alternativamente por los dos motores. Tan luego como el arado llega junto á la máquina en movimiento, se pára ésta, y tanto ella como su compañera avanzan un poco; entretanto el arado se dispone para la carrera de retorno, como luego explicaremos, y empieza á funcionar el torno ó tambor de la segunda máquina, tirando del arado hacia sí, y de este modo sucesivamente hasta terminar la faena.

En el sistema con una máquina, cuyo perfeccionamiento se debe también á *Fowler*, y de que da idea la fig. 173, una de las locomóviles se halla sustituída por un torno automático de ancla, y se emplea un cable sin fin que mueve en ambas direcciones el mismo motor.

Entre los numerosos arados inventados para la labranza á vapor, el único de resultados satisfactorios es el *arado de balancín de Fowler* que se ve en nuestros grabados (figuras 171 y 173). Consiste esencialmente en dos cuerpos provistos cada uno de dos á seis arados (cuchillo, reja y vertedera), y equilibrados sobre un eje apoyado en dos ruedas, de manera que mientras un cuerpo se halla trabajando, el otro está levantado, formando con la horizontal un ángulo de 36 grados, como indica la fig. 173. Está tan bien calculado el equilibrio, que al llegar el arado al fin de un surco se levanta el cuerpo que venía arando con solo bajarse de su asiento el operario que guiaba. Como el lector comprenderá, semejante instrumento no necesita volverse, sino que, después de labrar varios surcos paralelos (de dos á seis, según los casos) en una dirección, el guía se apea, toma asiento sobre el cuerpo contrario, con lo cual se alza el primero, y todo se halla dispuesto para la carrera de retorno en seguida que arranque la máquina motora que comunica con el arado mediante el cable de alambre. El arado se guía por medio de un mecanismo que domina el operario desde su asiento.

El arado á vapor se emplea rara vez para la labranza relativamente superficial; pues, dada la poca resistencia que en tal caso ofrece el terreno, no se aprovecha con economía la fuerza. Por la misma razón tampoco conviene el vapor, en la mayoría de los casos, como motor de las gradas, los rodillos é instru-

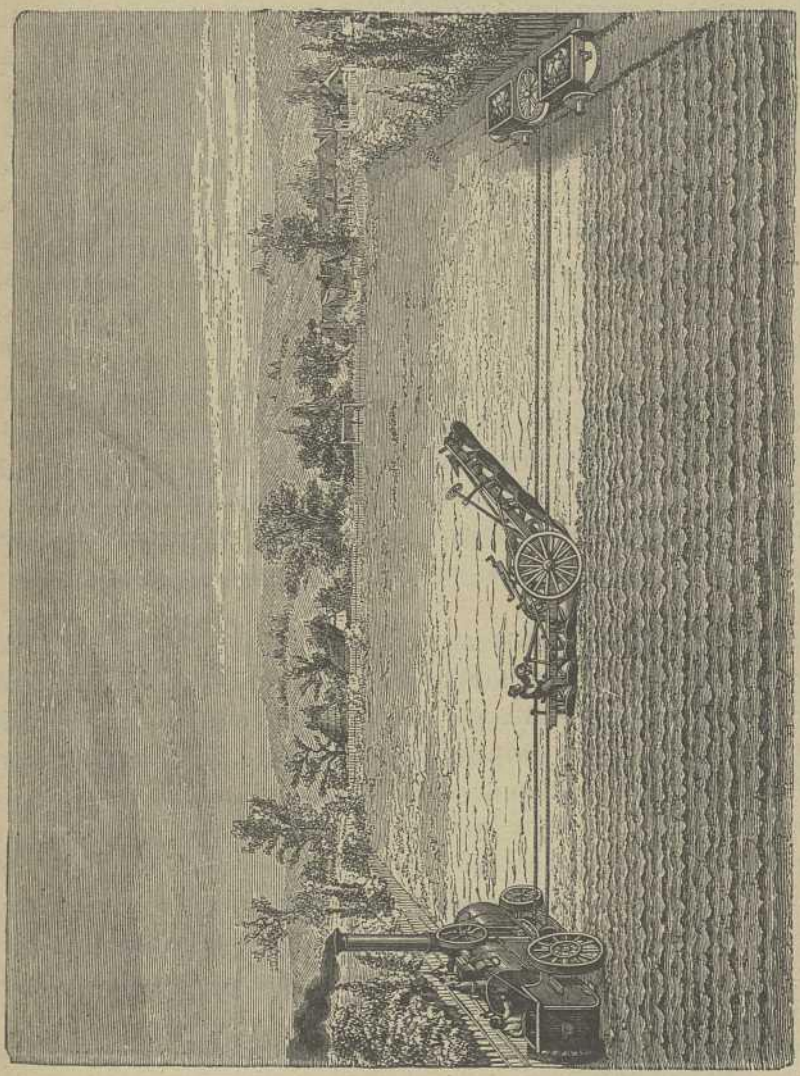


FIG. 173.—Aradura á vapor según el sistema de Fowler, con un motor y un torno automático.

mentos semejantes. Pero donde dicho sistema de aradura presta servicios inapreciables es en las labores profundas y en las de roturación, creciendo la economía con la resistencia que opone el terreno. Uno de los trabajos más notables encomendados al arado de vapor es la roturación de los extensos y pedregosos eriales del Norte de Escocia, que persigue hace años, con celo laudable, el duque de Sutherland. Se han construído al efecto instrumentos especiales, consistiendo

la primera operación en el arranque de las piedras diseminadas en el suelo, que se verifica por medio de una especie de arado muy sólido, provisto de una poderosa cuchilla, capaz de remover y dejar libres á la superficie piedras hasta de un metro de diámetro; al mismo tiempo una vertedera, situada detrás de dicha púa, abre un surco ancho y somero. La segunda operación consiste en alejar las piedras arrancadas, y se efectúa también á vapor por medio de una especie de trineo, que va amontonándolas en líneas paralelas y sitios destinados á la construcción de muros divisorios ó de caminos, en cuyas obras se invierte el material. Después se allana el terreno por medio de otro aparato especial, movido, como los anteriores, por las locomóviles y sus cables, y, por último, se procede á efectuar la labor de arado propiamente dicha con el arado de balancín de Fowler, hasta que queda convertido el pedregoso erial en un hermoso campo cultivable. Se emplean actualmente en esta faena dieciséis locomóviles de gran fuerza, habiéndose ya convertido en terreno de pan llevar muchos miles de hectáreas antes desiertas.

Un tren completo de máquinas é instrumentos para la aradura á vapor cuesta, según el sistema, de 25.000 á 52.000 pesetas; penetrando el arado hasta la profundidad de 35 á 37 centímetros se labran, según los casos, de 2,80 á 7,80 hectáreas en un día; los gastos de la labor con la maquinaria de Fowler, que posee una gran fábrica de aparatos agrícolas en Leeds (Inglaterra), varían, según las condiciones del terreno y otras circunstancias, entre 30 y 60 pesetas por hectárea.

Recientemente se ha aplicado con éxito á la labranza la electricidad como fuerza motriz, adoptando al efecto el principio del sistema de máquinas gemelas. Las locomóviles están sustituídas por tornos movidos mediante máquinas dinamo-eléctricas, que reciben su corriente de otras análogas, fijas. Los carros que llevan los tornos avanzan también durante la labor, en la medida necesaria, á impulso de la electricidad, á cuyo efecto el movimiento de los dinamos se transmite momentáneamente á los ejes de las ruedas; y se puede utilizar la misma fuerza en el transporte de los aparatos al campo donde han de servir. Este sistema eléctrico ha sido puesto en práctica, entre otros, por los señores Chretien y Félix, que cultivan extensamente la remolacha para la fabricación de azúcar en Sermaize (Francia).

Las ventajas del arado de vapor son las siguientes: dada la velocidad con que avanza dicho instrumento, la tierra se remueve mucho más enérgica y profundamente que con el arado ordinario, arrastrado por animales, y por consiguiente las cosechas de los frutos sucesivos resultan más abundantes. La labor puede verificarse en menos tiempo, hallándose el cultivador más independiente de las condiciones meteorológicas, poco propicias, del invierno precoz, de la primavera tardía, como de la sequedad. Los campos apropiados para el cultivo se hallan á veces tan distantes del cortijo ó de la granja, y el transporte de

los utensilios resulta tan caro, que el cultivo á vapor ofrece desde este punto de vista cierta economía. Se evita el pisoteo de la tierra por los animales de tiro, cuyo número, por otro lado, puede quedar reducido á la tercera parte con la adopción del cultivo á vapor. Lo único que se opone á la introducción de éste, es el precio relativamente elevado de las máquinas, por cuya razón sólo se puede aconsejar cuando el cultivador dispone del capital suficiente, ó donde puede proporcionarse máquinas de alquiler, como sucede ya en algunas partes del extranjero. Además, conviene que los campos cultivables sean relativamente llanos y extensos. Actualmente la labranza á vapor se aplica en grande escala en las comarcas donde se halla desarrollado el cultivo de la remolacha azucarera, pues está demostrado que una labor profunda favorece mucho el crecimiento y la calidad de esta planta, que toma parte de su alimento de las capas inferiores del terreno.

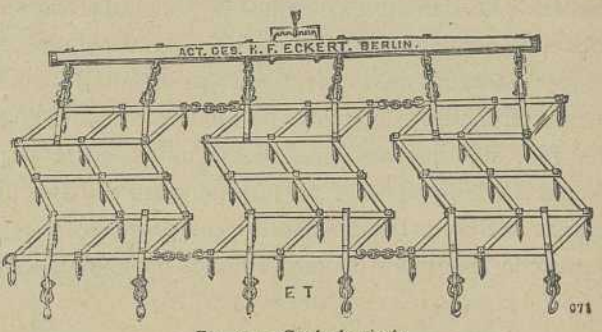
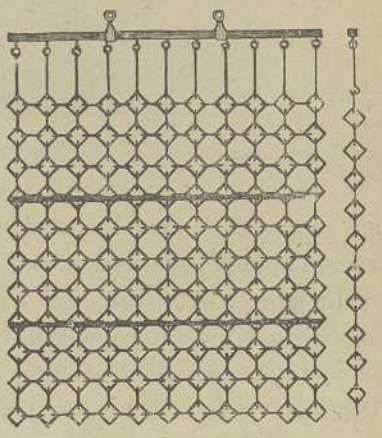
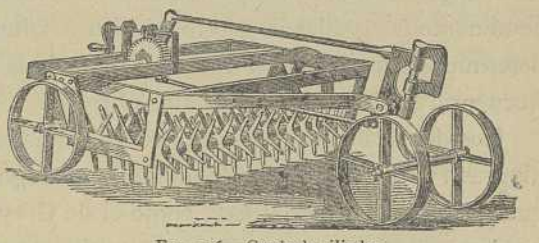


FIG. 174.—Grada de zigzás.


FIG. 175.—Grada de cadena.

La labranza ordinaria del terreno se completa por medio de la grada y el rodillo. La grada hace las veces de un rastrillo, y se empleaba ya en la antigüedad en forma de haces de ramas espinosas, que se encuentran todavía en uso en Rusia y Noruega. Los romanos veneraban su divinidad agraria Occator, como dios del arte de gradar, y sus sacerdotes le invocaban en los sacrificios á Ceres.

La grada consiste comúnmente en un armazón de madera ó hierro, á modo de parrilla, provisto en su cara inferior, de series de púas de madera ó hierro, de 20 á 30 centímetros de largo, colocadas con cierta inclinación hacia adelante; su número no excede generalmente de 24, pues se prefiere aumentar las dimensiones del instrumento, uniendo varias gradas pequeñas entre sí por medio de cadenillas, y no haciendo una grada grande y rígida, la cual no se adaptaría bien á


FIG. 176.—Grada de cilindro.

las desigualdades del terreno. La caballería que arrastra la grada se engancha comúnmente en un ángulo de la misma, y de este modo las series de púas no se encuentran en la dirección del tiro, abriendo cada púa su pequeño surco, independiente de las demás. Las formas de las gradas varían mucho, siendo las más comunes la rectangular, la romboidal y la triangular; surten muy buen efecto las gradas llamadas de *zizzás* (fig. 174), inventadas en Inglaterra y hechas enteramente de hierro. Las gradas de eslabón ó cadena (fig. 175), que no tienen armazón fijo, sino que sus partes están unidas entre sí por eslabones, se adaptan bien á las desigualdades del terreno. Para trabajos ligeros se emplean también gradas hechas de tela de alambre con pequeñas púas, y se consiguen efectos análogos con las gradas ligeras comunes de madera, entrelazadas sus púas con ra-

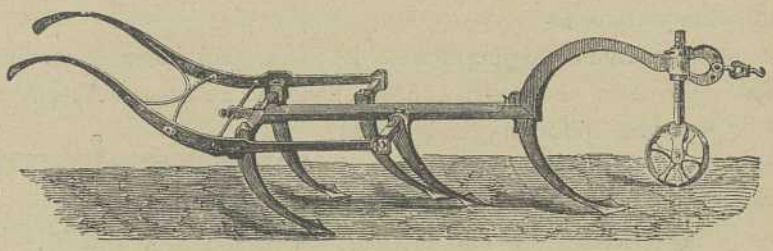


FIG. 177.—Extirpador de Grey.

más espinosas. En cambio, suele emplearse en Inglaterra, para trabajos más pesados, la grada llamada de cilindro ó rodillo de púas (fig. 176).

La labor con la grada está llamada á completar la labor de arado, y tiene por objeto desmenuzar y allanar la tierra, arrancar y recoger las malas hierbas, así como después de la siembra, repartir uniformemente y enterrar la semilla. Al mismo tiempo favorece la conservación de la humedad en las capas inferiores del terreno y la penetración del aire. Las púas de la grada penetran en la tierra en virtud del peso del instrumento, y no deben pasar de una profundidad de 10 centímetros, labrando cada púa su surco independiente. Cuanto más ligera es la grada, tanto más próximas entre sí deben estar las púas. Se prefieren generalmente las gradas de hierro, si bien resultan á veces demasiado pesadas en determinados terrenos. El arrastre rápido de la grada aumenta su eficacia, y con frecuencia se llevan las caballerías al trote.

Los demás instrumentos de cultivo, llamados *extirpadores* y *escarificadores*, (figuras 177 y 178), obran de un modo análogo, pero mucho más enérgicamente que la grada. Extirpador hay, como el de Grey (fig. 177), de construcción muy sólida y adaptado especialmente al cultivo por el vapor, para revolver la tierra á bastante profundidad. En cambio, los escarificadores tienen púas en forma de cuchillas, prestándose más en particular á roturar los prados y labrar los campos dedicados al cultivo del trébol.

El rodillo está llamado á completar el desmenuzamiento de la tierra y reducir á pequeños fragmentos hasta los terrones mas duros; se emplea también para comprimir la superficie del terreno y, especialmente en la primavera, para proporcionar la humedad necesaria á la simiente que germina, para distribuir y enterrar simientes finas y sentar las que han sido levantadas por los hielos, así como para allanar el terreno, sobre todo donde se emplean máquinas sembradoras y guadañadoras, después de cuya operación, sin embargo, siempre se debe gradar. Las investigaciones modernas han demostrado que la labor con el rodillo tiende á extraer mucha humedad de la tierra, inconveniente que se puede

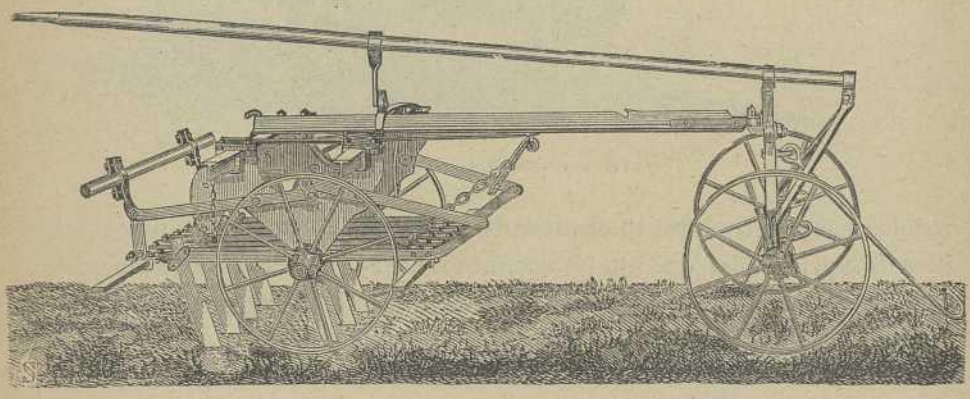


FIG. 178.—Escarificador de Sack.

evitar pasando después la grada ó el arado; pues hallándose suelta la capa superficial del terreno, ó, lo que es lo mismo, siendo más anchas las grietas é intersticios, se paraliza la ascensión de la humedad de las capas inferiores, ascensión que de otro modo, es decir, cuando el terreno es más compacto ó ha sido apretado por el rodillo, se halla favorecida en alto grado por la capilaridad de dichos intersticios. Como el rodillo produce el efecto de atraer la humedad desde la profundidad á la superficie, es evidente que con su uso se puede acelerar la germinación de la simiente, proporcionándole la humedad necesaria; pero hay que tener presente que al mismo tiempo se pierde mucha humedad por evaporación en la superficie, lo cual puede ser perjudicial para el desarrollo ulterior de las plantas. Por consiguiente, y tratándose del empleo del rodillo y de la grada, nunca debe perderse de vista el principio de que la grada conserva la humedad y favorece la circulación del aire en la tierra, mientras que el rodillo produce precisamente el efecto contrario.

Se emplean rodillos ligeros y pesados, hechos de madera, piedra ó hierro, en forma de cilindros sólidos ó huecos. Se puede construir un rodillo de un modo muy sencillo, disponiendo tres ó cuatro ruedas á cierta distancia una de otra, sobre un eje común, y uniéndolas por medio de alfajías que se clavan horizon-

talmente en su periferia. Los que se construyen especialmente para la labranza (figuras 179 y 180), están provistos del armazón necesario para el enganche de las caballerías, y á veces también de un asiento para el operario que los guía, y de un cajón para echar piedras á fin de aumentar el peso. El diámetro de los

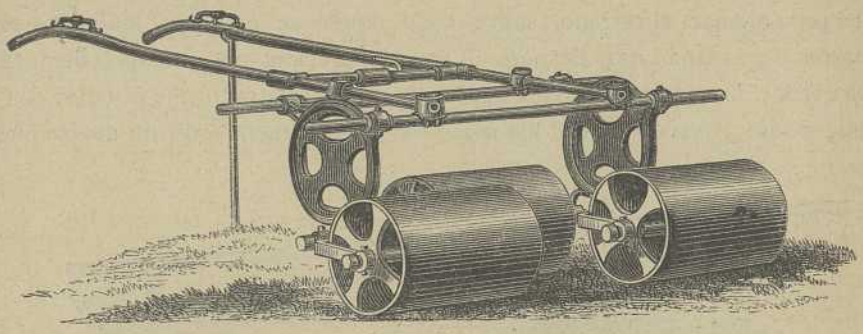


FIG. 179.—Rodillo de tres cilindros.

rodillos suele variar entre 20 centímetros y cerca de un metro; se hacen cilindros de superficie lisa, que son los que menos fuerza de tracción necesitan, ó bien cilindros de superficie acanalada, y tambien de sección hexagonal ú octogonal,

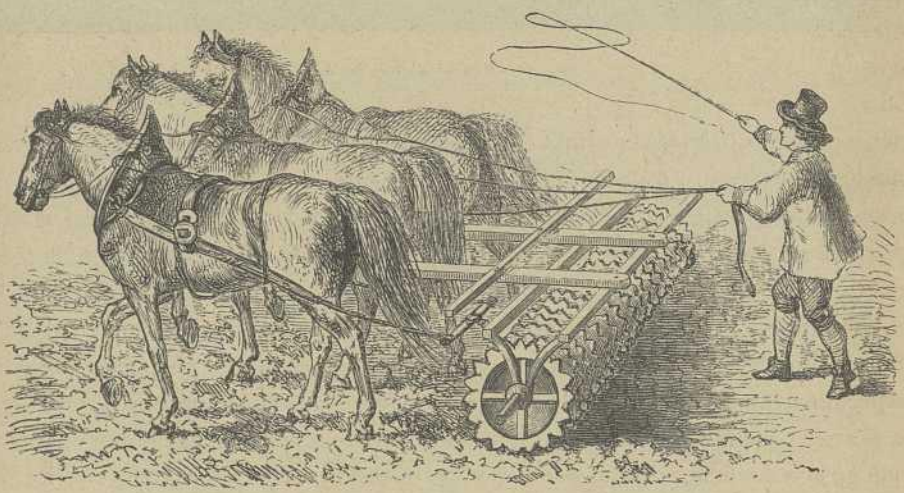


FIG. 180.—Rodillo rompeglebas.

los cuales requieren mayor fuerza, pero son también más eficaces. En cuanto á su longitud, no conviene que pase de tres metros, porque el manejo se hace difícil en otro caso; por esto se prefieren los rodillos articulados ó divididos (fig. 179), cuyas partes tienen ejes independientes y se guían con relativa facilidad. Los rodillos lisos suelen tener un peso de 350 á 400 kilogramos; los acanalados, de 800 á 900, y los prismáticos hasta de 1.500 kilogramos; más pesados

son aún los rodillos rompeglebas (fig. 180), formados por sólidos anillos dentados, que se emplean casi exclusivamente en Inglaterra.

Como el hierro ofrece superficies mucho más lisas que la madera, la cual es siempre más ó menos desigual é higroscópica, es decir, que absorbe la humedad por lo que la tierra húmeda se adhiere á ella, dicho metal es, en general, preferible á la madera para los instrumentos agrícolas, al menos para sus partes cortantes ó penetrantes. Se limitaba antes el empleo del hierro en algunos útiles y aparatos, á fin de hacerlos más ligeros y manejables; pero hace ya años que se consigue el mismo objeto sustituyendo el hierro en gran parte por el acero, sin aumentar apenas el coste, aunque sí, y notablemente, la duración. No es posible practicar todas las labores que supone un cultivo en regla, con una sola especie de arado, de grada y de rodillo, aunque sean de los más perfectamente construídos; todo establecimiento agrícola bien montado, ó, si se quiere, todo cultivador, debe contar con varias clases de dichos instrumentos.

MÁQUINAS DE SEMBRAR Y RECOLECTAR

A la tierra, con cuidado preparada, se entrega la simiente. Esta operación, ó sea la siembra, puede verificarse mecánicamente con notables ventajas, y parece que así lo reconocieron hace mucho tiempo los chinos, japoneses é indios, que emplean desde antiguo máquinas de sembrar; el museo tecnológico de Londres conserva un antiguo aparato, procedente del Indostán, cuya construcción no difiere esencialmente de nuestras sembradoras modernas, las cuales pueden considerarse como perfeccionamientos de aquél. En el año 1650, Gabriel Platte describió una máquina que practicaba agujeros en la tierra para recibir la simiente, y se atribuye la invención de un aparato semejante, en el siglo XVI, á Giovanni Cavallina. Poco después fueron conocidas y descritas en Inglaterra ciertas máquinas de sembrar. A fines de dicho siglo, José Locatelli, natural de Carintia, inventó un instrumento que llamó «sembrador,» y era una especie de arado provisto de una caja para contener la simiente, cuya caída, en la porción deseada, se producía por medio de un cilindro situado en la caja, que giraba cuando avanzaba el arado. En nuestros tiempos se han dedicado varios inventores á perfeccionar semejantes sembradoras, poniéndolas al alcance hasta de los labradores más modestos.

El inglés *Jethro Tull* fué el verdadero inventor de la siembra mecánica en líneas, y de las máquinas correspondientes, ó sean las «sembradoras en líneas ó á chorrillo» (llamada *drill* en inglés y alemán, esto es, «sembradora de taladro») y la azada de caballo destinada á labrar la tierra entre las líneas, aun durante el tiempo de la vegetación. Dichos aparatos se introdujeron en el cultivo desde el año 1710 al 1730, empleándose las sembradoras primero en la siembra del

trigo, las habas, la zanahoria, etc., varias de cuyas simientes eran depositadas á un tiempo en la tierra á la profundidad necesaria; desde entonces se han perfeccionado mucho dichas sembradoras. La siembra mecánica en líneas, que ofrece desde luego grandes ventajas, como son el ahorro de simiente, la uniformidad de la distribución, la posibilidad de labrar la tierra durante la vegetación, la mejor ventilación y difusión de la luz entre las plantas, etc., condujo, por último, á la aplicación de la maquinaria al cultivo en líneas propiamente dicho, ó sea el en que las simientes se colocan en la tierra en hileras, pero á intervalos guales, mayores ó menores, dentro de cada línea. En dicho cultivo se parte del principio de que cada planta necesita para su crecimiento normal un espacio determinado, por ejemplo: el trigo, 68 centímetros cuadrados; el centeno, 54; la cebada, 47; la avena, 60; el maíz, 1.970; las diferentes especies de trébol, de 27 á 54; el lino, de 6 á 7, etc. En la horticultura, así como en la siembra en grande de plantas tuberculosas (patatas, nabos, etc.), se trazan las líneas con la cuerda ó el arado, y se introduce la simiente con la mano en los agujeros practicados al efecto de trecho en trecho con un palo puntiagudo. Hoy se practica esta operación con sembradoras modificadas, que obran, no continuamente, sino de un modo intermitente, depositando la simiente en la tierra á los intervalos deseados, ó sea lo que se llama siembra á golpes.

Por otra parte, se ha tratado de imitar mecánicamente, prestándole al mismo tiempo mayor regularidad, la siembra ordinaria de los granos, á mano ó á voleo distinguiéndose en este ramo los alemanes, que han inventado varias sembradoras del género, llamadas centrífugas y de barrilillo. En estas sembradoras, las ruedas que á manera de carro conducen el aparato, ponen en movimiento un árbol horizontal, provisto de discos, cepillos, etc., que determinan la salida uniforme, por una serie de aberturas, del grano contenido en la caja ó tolva, y que cae directamente sobre la tierra, pasando por una serie de tubos ó embudos, que llevan en la parte anterior una reja para abrir un pequeño surco, ó en una tabla que lo esparce mejor. La siembra con semejantes máquinas aventaja desde luego á la que se verifica á mano, que, como es sabido, requiere mucha práctica; se adapta aquélla muy especialmente á la siembra de simientes finas, como la del trébol, etc., sobre todo en tierras ligeras y de gran extensión, resultando muy uniforme la distribución del grano. Las sembradoras centrífugas son ligeras y necesitan poca fuerza de tracción; son también más duraderas y baratas que las sembradoras lineales; además pueden emplearse en terrenos peor preparados y más accidentados que los que reclaman estas últimas; de modo que, en suma, la siembra mecánica al voleo resulta menos costosa y de utilidad más común que la lineal. Las figuras 181 á 184 representan las partes principales de la sembradora de barrilillo de H. F. Eclert, de Berlín; la caja ó tolva destinada á la recepción del grano y que encierra el mecanismo de distribución, aparece en sección transversal en la fig. 181, y en sección longitudinal en la 182;

siendo de advertir que el eje corto *x* (fig. 181) sirve solamente para facilitar el transporte del aparato desde la granja al campo, y viceversa; para que funcionen se colocan las ruedas de camino en los extremos del eje longitudinal, como indica la fig. 182; el movimiento se transmite entonces al mecanismo de la caja por medio de pequeñas ruedas de engrane. Dicho mecanismo de esparcimiento consiste en un ligero árbol horizontal *b* (figuras 183 y 184), al que están sujetos 22 discos *a*, á los que corresponden otros tantos orificios en el fondo de la corredera *c*. La forma ondulada de los discos determina la impulsión continua de los granos, ora á la derecha, ora á la izquierda, y, por tanto, su salida uniforme. Una condición esencial es que la caballería de tiro ande también uniformemente, lo que no se consigue siempre en terreno accidentado.

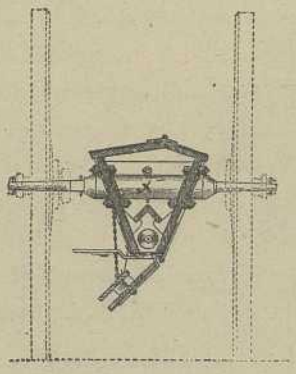


FIG. 181.

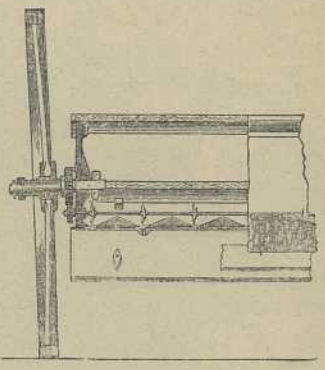


FIG 182.

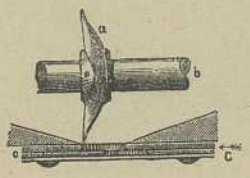


FIG. 183.

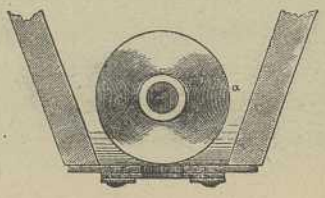


FIG. 184.

Sembradora alemana de barrilillo.

Las sembradoras en línea, ó á chorrillo, ofrecen, en cambio, algunas ventajas muy esenciales; con ellas se introduce la simiente en la tierra á la profundidad que se quiere, ó sea la que mejor conviene para las diferentes plantas de cultivo; al mismo tiempo la simiente se cubre con tierra, ventaja no despreciable en condiciones meteorológicas desfavorables; por lo mismo que todas las simientes se cubren uniformemente y germina todo lo que es capaz de germinar, se ahorra en la siembra de 25 á 40 por 100 de grano; además, el sistema permite labrar la tierra entre las líneas durante el crecimiento, lo cual es á la vez provechoso para la planta y para la tierra misma. Las figuras 185 y 186 representan dos sembradoras lineales de construcción perfeccionada, inglesa la primera y alemana la segunda, y consisten esencialmente en un carro de cuatro ruedas, una caja ó tolva para la recepción de la simiente, y el mecanismo que conduce la misma á la tierra, y cuyo movimiento se halla determinado por el andar del carro, mediante ruedas de engrane. La fig. 187, que representa una sección transversal de una sembradora inglesa, indica claramente su mecanismo: *B* es

la caja receptora del grano que, al principiar la siembra, llena la parte *a b;* en *c* se halla un orificio, cuya abertura se regula mediante una corredera, por el que pasa el grano al espacio de distribución *d; e* es un disco con paletas que eleva el grano y lo echa en el embudo *f*, desde donde cae por los tubos ó embudos *i C* en el receptor *k*, saliendo por una pequeña regla, *l*, de construcción especial, que va labrando en la tierra un estrecho surco de la profundidad deseada. A fin de poder regular esta profundidad, las piezas *k* y *l* están sujetas á la palanca *m*, que tiene su punto fijo en *n* y un contrapeso, *o*, en el extremo

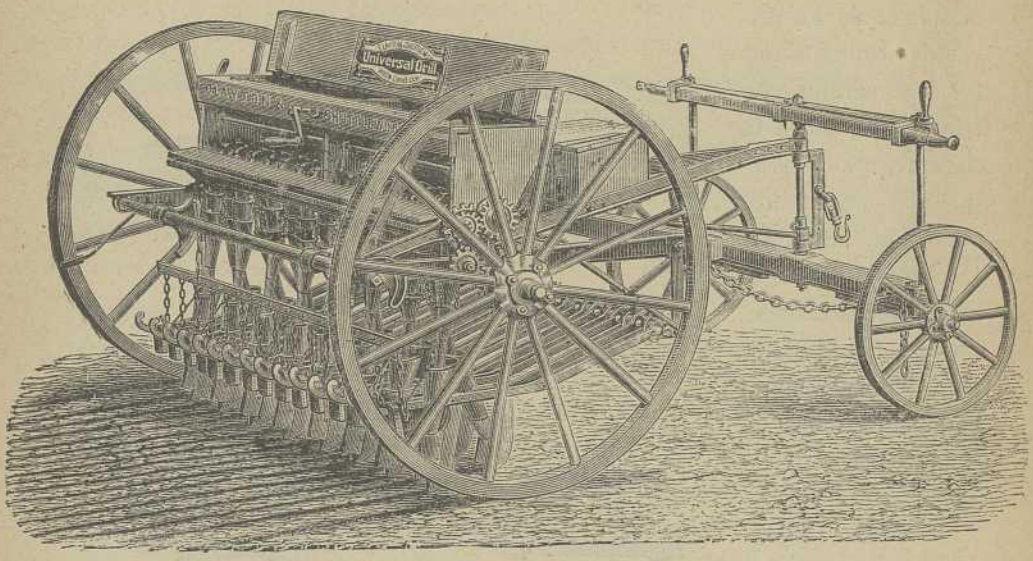


FIG. 185.—Sembradora inglesa de Clayton y Shuttelworth.

opuesto, pudiendo éste elevarse ó bajarse mediante una cadenita y el torno *s;* los tubos *i C* están hechos de varias piezas, que enchufan libremente una en otra, á fin de que puedan adaptarse á las diferentes posiciones de dichas piezas inferiores, cuya penetración en la tierra depende en parte del contrapeso, *o*, de la palanca, que puede aumentarse ó disminuirse según los casos.

Como el lector comprenderá, en vista de las figuras 185 y 186, el mecanismo descrito se repite en cada sembradora tantas veces como rejas tiene; éstas se hallan dispuestas en dos series, una detrás de la otra, elevándose su número, en la fig. 185, á 15; es decir, que esta máquina siembra quince hileras á un tiempo. La anchura de semejantes sembradoras suele variar entre 180 y 200 centímetros; pero se construyen también de 376 centímetros de ancho para la siembra de la remolacha. Suponiendo un ancho de dos metros, y para las ruedas motoras una circunferencia de cinco, queda sembrada un área de terreno por cada diez vueltas de dichas ruedas, y una hectárea por cada mil vueltas. En vista, pues, de dichas dimensiones, y de la velocidad de rotación del árbol de distri-

bución, puede precisarse de antemano la cantidad de grano que se necesita para un campo determinado. Hacen falta tres personas para manejar una de estas

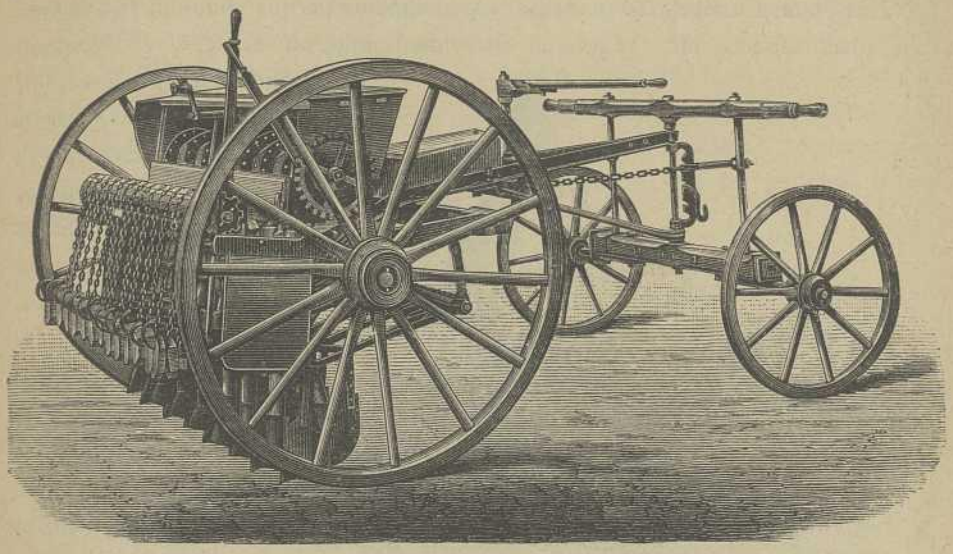


FIG. 186.—Sembradora alemana de Zimmermann.

sembradoras, incluso la que guía los dos caballos ó mulos necesarios para el tiro; una máquina puede sembrar seis hectáreas de terreno en diez horas. El precio

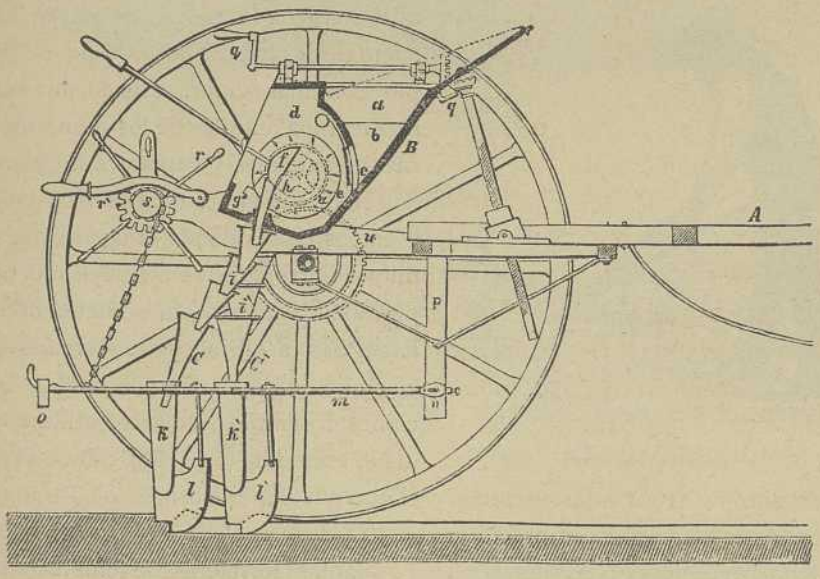


FIG. 187 —Sección de una sembradora en línea.

de una sembradora para la siembra en líneas, de dimensiones ordinarias, es de 600 á 700 pesetas, Se construyen también sembradoras lineales de mano

(figura 188), de una hasta cuatro líneas, que se emplean en campos de corta extensión, y en la horticultura.

Las plantas sembradas en líneas, especialmente las que como las patatas, nabos, maíz, tabaco, etc., requieren individualmente un espacio relativamente grande para su completo desarrollo, y que, por lo tanto, no cubren todo el terreno en el primer período de crecimiento, dan lugar en el ínterin á una labor como es la escarda. Semejante operación no tiene por objeto único extirpar las malas hierbas, sino también facilitar la permeabilidad de la tierra, y, por consiguiente, la penetración en el suelo del aire y del agua, disminuyendo al mismo tiempo la evaporación; de este modo las raíces ó los tubérculos reciben la cantidad de oxígeno que necesitan, mientras que, merced á la descomposición más activa de los materiales orgánicos que contiene la tierra, se nutren mejor; además, desarrollándose desde el principio con más vigor, resisten más eficazmente á los ataques de los numerosos parásitos animales y vegetales á que se hallan siempre expuestos. Por estas razones, y en los países donde la agricultura está muy desarrollada, se atribuye mucha importancia á la escarda, sometiendo á ella hasta los sembrados de cereales. Para efectuar esta operación en buenas condiciones económicas se suele utilizar el llamado escardillo (fig. 189), ó bien la azada de caballo (fig. 190), instrumento con el que pueden escardarse de dos á cuatro hectáreas al día, siendo su precio unas 450 pesetas.



FIG. 188.—Sembradora lineal de mano.



FIG. 189.—Escardillo.

Para la recolección de los cereales y plantas forrajeras se emplean desde tiempo inmemorial la hoz y la guadaña. El primero de estos sencillos instrumentos de mano consiste, como ya saben nuestros lectores, en una ligera hoja de acero encorvada, de filo liso ó dentado, afianzada á un mango de madera; la

guadaña, que se emplea mucho menos en los países meridionales que en el Norte de Europa, tiene una hoja mucho más larga, ancha y derecha que la de la hoz, que se engasta en la extremidad de un palo provisto de dos manijas, una en su punto medio y la otra en su extremidad opuesta, de modo que se maneja con ambas manos, cortando la mies ó la hierba á raíz del suelo en un gran semicírculo, mediante un balanceo especial de los brazos y toda la parte superior del cuerpo; la guadaña, destinada más especialmente á la siega de cereales, tiene además un ligero enrejado de madera ó alambre, que se extiende sobre

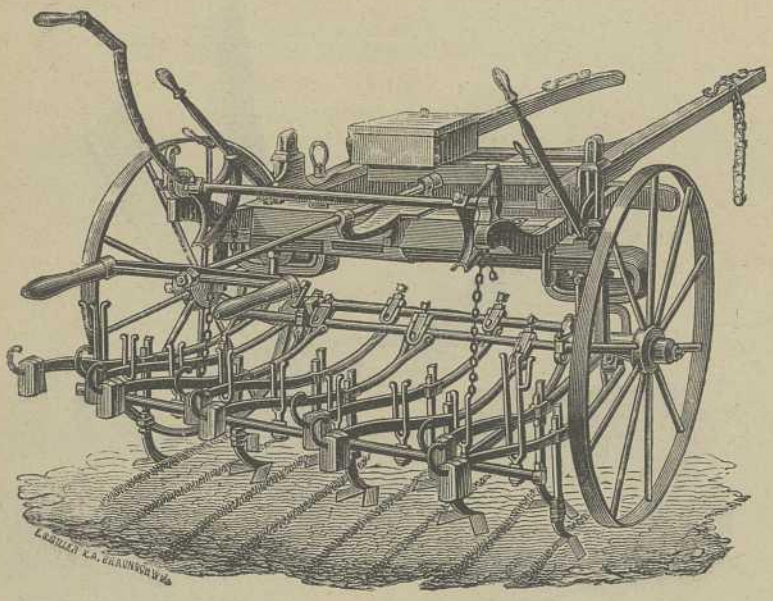


FIG. 190.—Azada de caballo.

la hoja y recoge la mies segada, extendiéndola en andenes sobre el suelo.

Antiguamente debían existir en algunas partes aparatos especiales destinados á sustituir dichos instrumentos de mano; refiérese, al menos, que los galos empleaban uno cuando los romanos invadieron su país. Pero el origen de las llamadas *segadoras* modernas es angloamericano, remontándose á los inventos de Denffer en 1755 y Boyce en 1800, y hoy se hallan en uso muchos miles de dichas máquinas de diversas construcciones, entre las que merecen citarse las inglesas y americanas de *Samuelson*, *Mac-Cormick*, *Wood*, *Pintus*, *Kemp*, *Murrey*, *Bamlett*, etc., destinadas, ora á la siega de cereales ó forraje exclusivamente, ora á la de ambas clases de plantas. Todas estas segadoras se componen esencialmente de un aparato de cortar, que consiste en una pieza de hierro fija, armada de púas ó dientes, que es el portasierra, y de otra acerada y móvil que corta la mies por un movimiento rectilíneo alternativo, que es la sierra, y además de un mecanismo destinado á recoger y extender la mies ó hierba sega-

da, habiéndose añadido en las máquinas más recientes un aparato automático para formar y atar gavillas, ó hacerlas á medida que la mies se corta; los diferentes mecanismos se ponen siempre en movimiento á impulso de las ruedas conductoras de la máquina, cuando éstas avanzan sobre el terreno. Las mejores segadoras cuestan de 850 á 1.000 pesetas, y siegan en un día, y con dos caballerías, la cosecha de cinco á seis hectáreas.

La fig. 191 representa una segadora de Samuelson, muy en boga, distin-

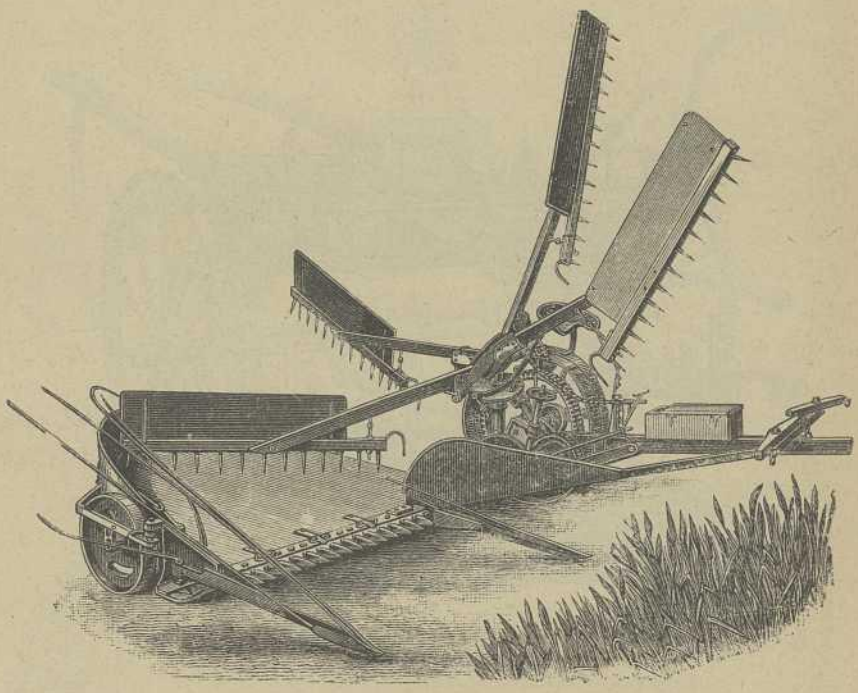


FIG. 191.—Segadora de Samuelson.

guiéndose claramente parte de la lanza para el enganche de las caballerías; detrás de ésta, el asiento del hombre que guía; á su derecha, una de las ruedas motrices ó conductoras que determina la rotación de una cruz excéntrica de cuatro brazos, provistos de paletas ó alas; y, por último, á la derecha de dicho mecanismo, el aparato de cortar en el borde inferior de una mesa inclinada. A medida que avanza la máquina, la sierra funciona rápidamente á impulso de un mecanismo en combinación con la rueda motriz ó conductora más inmediata, y corta por su base las cañas de la mies, que van inclinando sobre la mesa las alas de la cruz, para arrastrarlas en seguida y depositarlas ordenadamente sobre el terreno detrás del aparato. Las aspas ó varillas que avanzan contra el suelo en ambos lados del aparato cortante, no son más que guías que sostienen la mies al tiempo de penetrar aquél.

Pero las segadoras más perfectas son las provistas de un aparato automático para disponer la mies en gavillas ó haces, á medida que se va cortando. La fig. 192 representa una de estas segadoras, inventada por *Locke* y construída por W. A. Wood, en Hoosiek Falls, cerca de Nueva York: al girar el aspa horizontal á la izquierda del guía, inclina la mies contra el aparato cortante, tendiéndola, después de segada, sobre una tela sin fin, que circula en un plano ho-

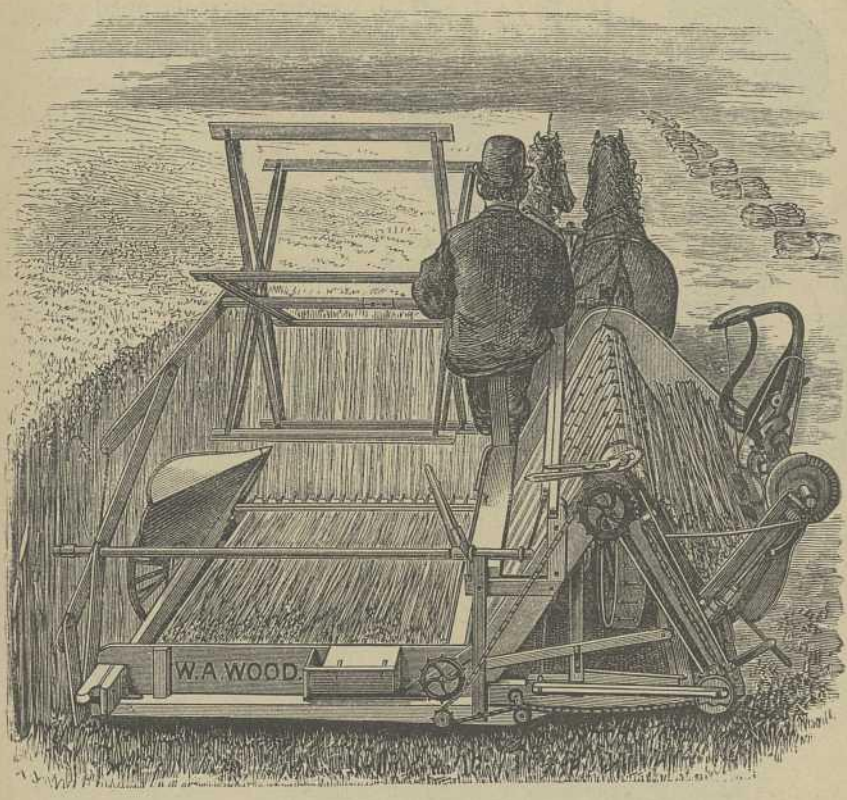


FIG. 192.—Segadora de Lock con aparato automático para ormar gavillas.

rizontal detrás de la sierra, y luego en un plano inclinado ascendente y otro descendente, á la derecha de la máquina, detrás de las caballerías. La mies, arrastrada por la tela, deja dicho aparato á la mitad del plano descendente, para pasar al receptor del atador de gavillas, que reproducimos en mayor escala en la fig. 193. Amontonándose sobre dicho receptor *A*, los dos brazos *C* y *F* la juntan y aprietan, mientras que, bajando el brazo *E* y pasando su punta, *r*, por detrás y debajo de la gavilla, queda ésta rodeada por un alambre *d*, que se desarrolla de la bobina *D*, y cuya extremidad se halla cogida por dicha punta *r*. Penetrando ésta en una pequeña abertura reservada en la pared del receptor *A*, un mecanismo ingeniosísimo corta el alambre, tuerce los extremos del pedazo

que sujeta la gavilla, y deja cogida por la punta *r* la extremidad libre del alambre de la bobina, de modo que, tirada al suelo la gavilla liada, mediante un empujón de uno de los brazos referidos, todo queda dispuesto para formar y atar otra. Esta operación se verifica tan rápidamente, que al paso ordinario de la máquina no se la puede seguir en sus pormenores; pero el hombre que guía tiene en su mano regularla dentro de ciertos límites, á fin de obtener gavillas más delgadas ó más gruesas, según mejor convenga. Aunque del alambre que sujeta las gavillas pueden desprenderse pequeños pedazos, que entorpecerían la marcha de las trilladoras, y aun la de las muelas de los molinos harineros, la segadora de Locke ha hallado gran aceptación, especialmente en comarcas como los Estados occidentales de la América del Norte, donde hay escasez de brazos al tiempo de la recolección; sabemos de

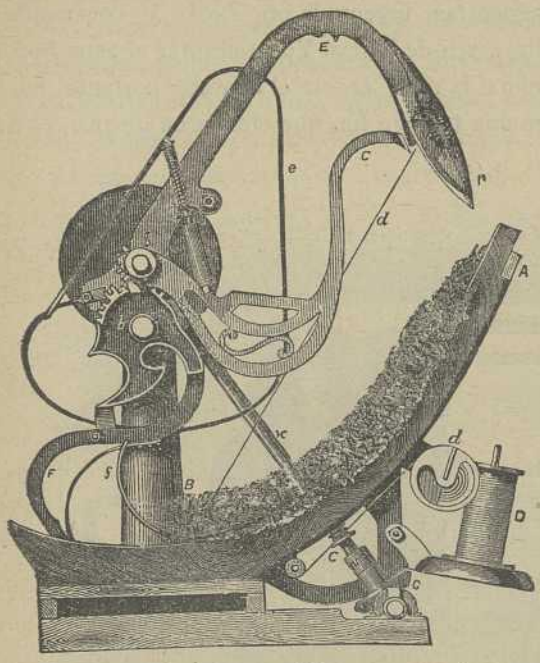


FIG. 193.—Aparato para formar gavillas, en la segadora de Locke.

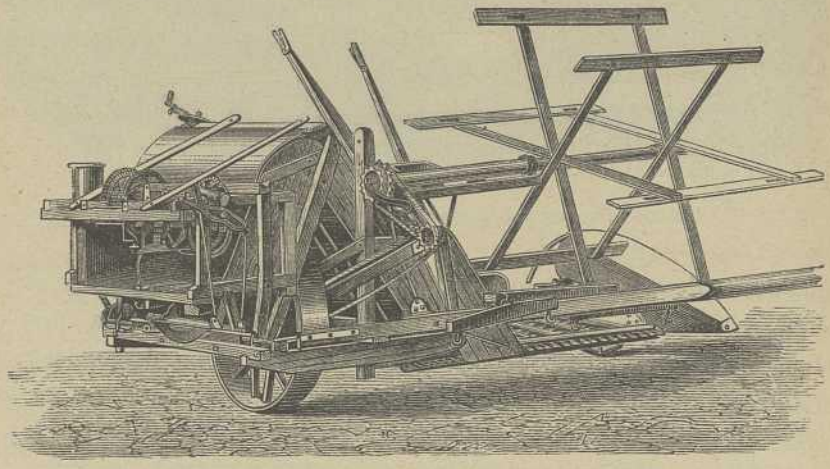


FIG. 194.—Segadora perfeccionada de Cranston.

un cultivador en el Estado de Minnesota que emplea 41 de dichas segadoras.

Sim embargo, la misma fábrica Wood construye desde 1880 una segadora análoga, pero provista de un aparato de atar con bramante ó cordelillo de cáña-

mo, invención de *Intyre Cranston*, que funciona mucho mejor que aquél, y parece destinado á sustituirlo por completo. Tal es la máquina representada en la figura 194: la mies se corta y eleva al aparato de atar gavillas, de un modo enteramente análogo que en la segadora ya descrita; pero dicho aparato difiere esencialmente del de atar con alambre, no necesitando la menor intervención de parte del cochero, y obrando con precisión y rapidez tales, que en un minuto arroja al suelo unas 30 gavillas perfectamente iguales y sólidamente atadas. En prueba de las ventajas de esta segadora, ó, mejor dicho, del nuevo aparato de liar, basta el hecho de que, á pesar del número de semejantes máquinas de otros sistemas ya en uso, vendieron sus fabricantes en el primer año más de cuatro mil ejemplares, de los que cincuenta se trajeron á Europa.

Para la *trilla* de las mieses, ó sea separar el grano de la paja, empléase todavía en muchas partes del Norte y Centro de Europa el látigo-trilla dor, que consiste sencillamente en un cilindro de madera dura, de 50 á 60 centímetros de largo y de 1 á 2 kilogramos de peso, sujeto á un extremo de un mango largo, mediante dos anillos de cuero, constituyendo como un pesado látigo con el que se bate la mies tendida sobre un entablado. En el Mediodía de Europa se trilla generalmente de una manera aún más primitiva, tendiendo las mieses en una era en medio del campo, y haciendo que las pisen las caballerías, solas ó enganchadas á un trillo, aparato tosco que, ora tiene la forma de un tablón provisto en su superficie inferior de trozos cortantes de pedernal ó cuchillas de hierro, ora consiste en un par de rodillos cuya superficie está guarnecida de cuchillas ó aros cortantes; sobre el trillo, y con el objeto de aumentar su peso y eficacia, se coloca el hombre ó muchacho que guía las caballerías. Después se completa la separación del grano y la paja, aventando la mezcla, operación que en los países del Norte suele verificarse con aparatos especiales llamados *aventadoras*, los cuales consisten en un ventilador centrífugo que gira rápidamente dentro de una caja, mientras que en el Mediodía se aprovecha para ello el viento, tirando al aire con una pala la mezcla de grano y paja.

Desde principio del siglo XVIII se trata en Europa, especialmente en Inglaterra, de realizar la trilla por medios mecánicos; pero todos los aparatos inventados dieron resultados negativos hasta que, en 1785, el escocés *Meikle* resolvió el problema de una manera bastante satisfactoria, construyendo una trilladora con cilindros provistos de listones batidores, cuyo principio se ha conservado esencialmente en muchas máquinas posteriores. En 1831, el norteamericano *Turner* inventó otra trilladora con cilindros provistos de púas ó pequeñas cuchillas de acero, cuyo sistema se introdujo en Europa hacia el año 1860, por Moffit, razón por la cual suele estar asociado con el nombre de éste. La propagación de las trilladoras halló seria resistencia por parte de los braceros, y su uso dista todavía mucho de ser general, salvo en Inglaterra y los Estados Uni

dos, á pesar de las grandes ventajas que ofrecen, y de construirse actualmente de diversos tamaños, con arreglo á los motores disponibles, ora sea el brazo del hombre, ora las caballerías, ora las máquinas hidráulicas ó de vapor.

Según el principio en que se funda su construcción, distínguense las trilladoras con cilindro de listones (fig. 195), ó sea del sistema escocés, y las de cilindro de cuchillas (fig. 196) del sistema americano. En ambos sistemas gira velozmente el cilindro en posición horizontal, dentro de una cubierta parcial cuya superficie interna está tambien provista de listones ó cuchillas, de modo que la mies no tiene más remedio que pasar por el espacio estrecho intermedio, y suelta allí mismo el grano. La fig. 197 representa una trilladora de mano ame-

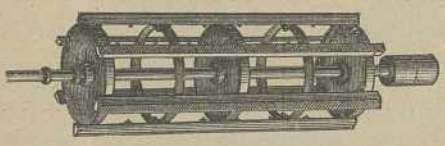


FIG. 195.

Cilindro de listones de una trilladora escocesa.

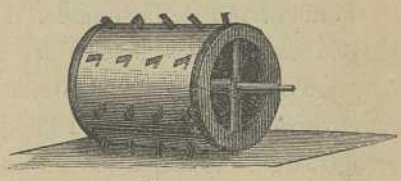


FIG. 196.

Cilindro de cuchillas de una trilladora americana.

ricanaque se mueve fácilmente por dos hombres, uno en cada lado, mediante los correspondientes manubrios. Las figuras 198 y 199 dan idea, en cambio, en sección longitudinal y transversal, de la construcción de una trilladora de vapor, del sistema escocés, combinada con una aventadora mecánica, es decir, provista de varios ventiladores centrífugos y de cribas de sacudimiento, mediante los cuales, y al salir los productos trillados y mezclados por debajo del cilindro batidor, se separan á impulso de corrientes de aire de diversa intensidad y de las cribas de sacudimiento, buscando cada uno la salida que se le tiene asignada: por arriba, en el extremo de la izquierda (fig. 198), va saliendo la paja, mientras que por debajo, en el mismo extremo, sale el grano perfectamente limpio, y en la parte inferior del aparato el tamo por un lado y la tierra ó arena por otro. Las figuras 200 y 201 muestran el aspecto exterior de estas trilladoras y aventadoras combinadas, ilustrando al mismo tiempo la manera de aplicar á su movimiento un malacate portátil, ó sea la fuerza de caballerías, y una locomóvil ó sea la del vapor. La fig. 201 representa además la trilladora combinada con un aparato elevador, mediante el cual se va amontonando la paja en almiares; en este caso la disposición de aquélla difiere algún tanto de la de la sección en la fig. 198, pues para dejar la acción libre al elevador, el grano encuentra salida en el extremo opuesto.

Respecto del precio y de los resultados de semejantes máquinas, podemos decir, por término medio, que una trilladora de mano cuesta 250 pesetas y trilla de 500 á 600 kilogramos de mies por hora; el precio de las trilladoras de mala-

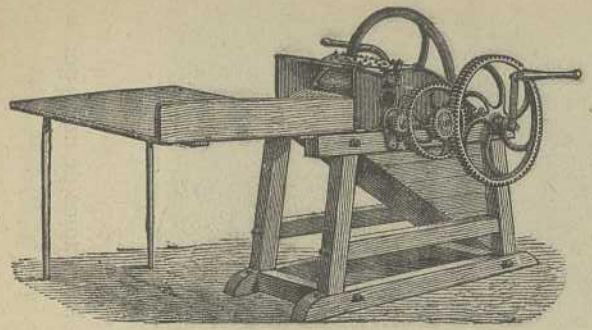


Fig. 197.
Trilladora de mano, americana.

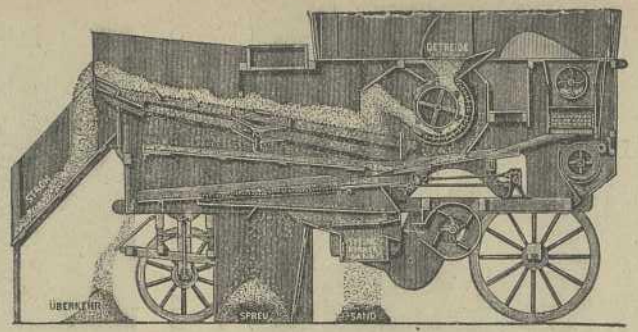


Fig. 198.—Sección longitudinal de una trilladora escocesa de vapor, combinada con una aventadora mecánica.

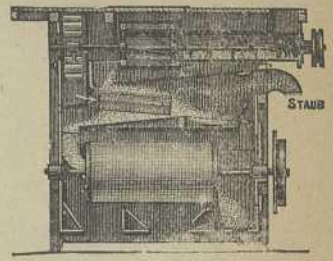


Fig. 199.
Sección transversal de la misma.

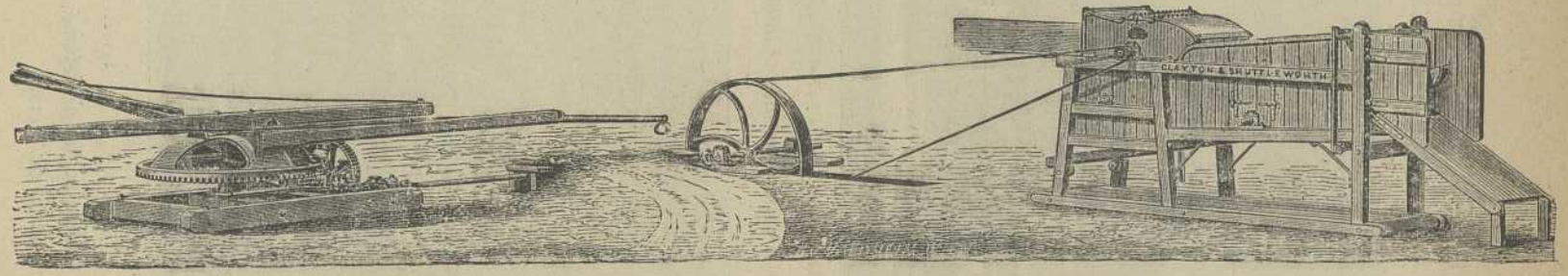


Fig. 200.—Trilladora y aventadora combinadas y movidas por un malacate.

cate varía, según el tamaño, entre 250 y 3.000 pesetas, trillando de 200 á 350 kilogramos de mies por hora y caballería empleada; en cuanto á las trilladoras

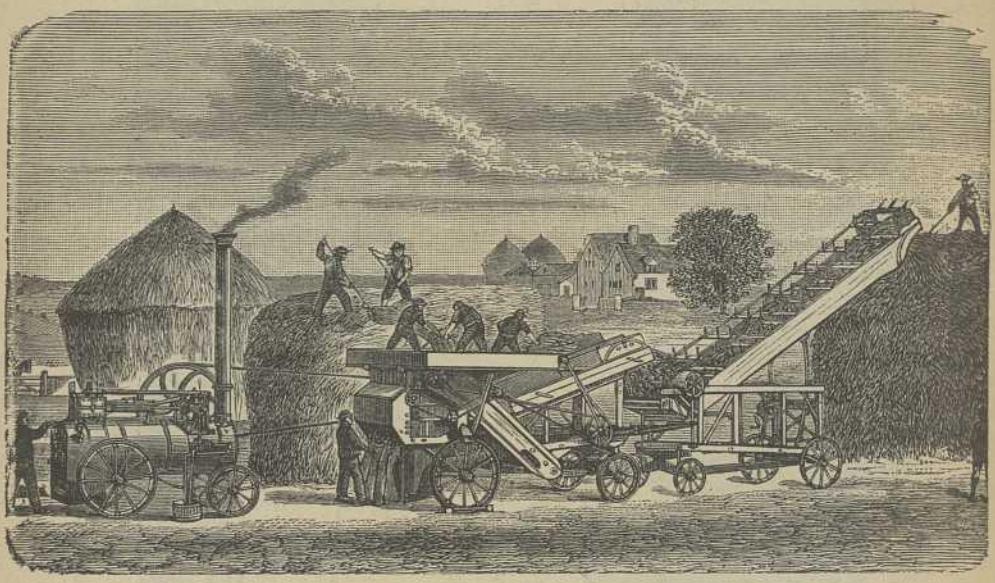


FIG. 201.—Trilladora y aventadora movidas al vapor, en combinación con un aparato elevador.

movidas á vapor, las más comúnmente empleadas cuestan de 2.500 á 3.000 pe-



FIG. 202.—Aparato para revolver heno.

setas, y trillan, según el sistema, de 300 á 500 kilogramos de mies por hora y caballo nominal de fuerza.

En los países donde se cosecha mucho heno, se emplean aparatos especiales para revolverlo en el campo (fig. 202), así como grandes rastros de caballo (fig. 203) para recogerlo. El heno, lo mismo que la paja, suele almacenarse en los pajares, ó bien en almiares, es decir, formando al aire libre grandes montones muy apretados, que se cubren con una capa espesa de paja, sujeta con ataduras, y dispuesta en declive como el tejado de una casa, á fin de que no penetre la lluvia.

Además de las máquinas referidas, el agricultor moderno emplea toda suerte de aparatos especiales para cortar heno y paja, cascar y despedazar habas,

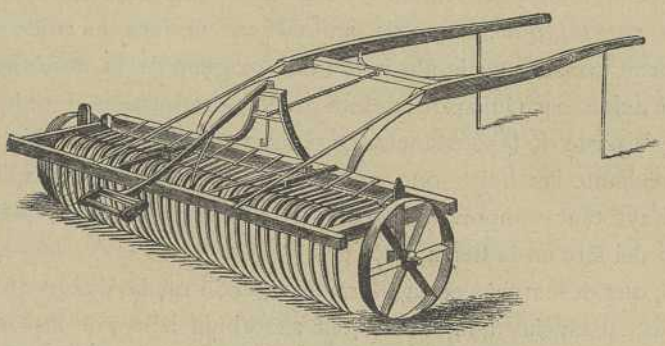


FIG 203.—Rastro de caballo.

maiz, etc., corta-raíces y máquinas de lavar patatas, y otros diversos destinados á preparar ciertos alimentos para el ganado; pero el espacio de que disponemos no nos permite entrar en pormenores acerca de los mismos.

NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS: ABONOS

La planta es un organismo compuesto de células ó celdillas. Tiene necesidad de hallar su alimento en el sitio donde crece, siendo los órganos de nutrición de las plantas de categoría superior sus hojas y raíces, que sólo pueden absorber gases y líquidos. Tratándose de las plantas de raíces someras, como cereales, hierbas, patatas, lino, etc., dicha asimilación tiene lugar en las capas superiores del terreno, mientras que las plantas de raíces más penetrantes, como las leguminosas, toman también su alimento de las capas inferiores. Con el fin de absorber el agua y las sustancias nutritivas disueltas en ella, las extremidades de las raíces principales están provistas de raicillas secundarias ó adventicias capilares, que entran en contacto íntimo con la tierra, razón por la cual ésta queda adherida á la raíz, cuando se arranca cuidadosamente alguna planta; la raíz principal, ó cepa, conduce el alimento absorbido al tallo, que forma su continuación, y por su medio á las hojas y flores.

Las hojas absorben durante el día una cantidad relativamente considerable de ácido carbónico, procedente de la atmósfera, iniciando la transformación de los alimentos inorgánicos en sustancias orgánicas (almidón, azúcar, grasa, tejido celular), proceso que se llama *asimilación*, y que da lugar á una eliminación de oxígeno; es un fenómeno característico de todas las partes verdes de la planta, siendo á la vez de suma importancia, puesto que de él depende la vitalidad del reino animal, reino que se encarga de asimilar la materia ya organizada en el reino vegetal para devolver más tarde al reino mineral, de que proceden sus componentes, y al espacio, la energía solar que recibieron en forma de movimiento, de calor, luz ó electricidad. Otro proceso importante, ó sea la llamada *respiración vegetal*, que, como la animal, se verifica en todo tiempo, de día y de noche, consiste en la absorción del oxígeno de la atmósfera, y la eliminación de ácido carbónico resultante de la combustión ú oxidación en la planta de una parte de las sustancias orgánicas. Dicha respiración tiene lugar lo mismo mediante las hojas que por medio de las raicillas capilares, y por esto se atribuye tanta importancia en la agricultura á la labor que favorece la penetración del aire en la tierra.

El agua, que desempeña en la tierra el papel de medio disolvente y de transporte de las sustancias alimenticias, es absorbida sólo por las raíces, y promueve en la planta la circulación de los jugos, resolviéndose en los órganos vegetales en sus elementos hidrógeno y oxígeno. De la misma manera es absorbido por la planta el nitrógeno del aire, no mediante las hojas, sino por medio de las raíces, ora combinado con hidrógeno en forma de amoniaco, ora en combinación con oxígeno en forma de ácido nítrico.

Los alimentos de las plantas hasta aquí referidos proceden de la atmósfera; y como mediante los procesos de combustión y putrefacción vuelven al aire en forma de gases, se llaman componentes atmosféricos ó combustibles de las plantas. Se dividen en principios inmediatos ternarios (almidón, azúcar, fibras leñosas, aceites, grasas), y principios azoados ó nitrogenados, es decir, las llamadas sustancias protéicas ó albuminosas, que se componen de carbono, oxígeno hidrógeno y nitrógeno, con un poco de azufre y fósforo.

El residuo que queda después de la combustión ó descomposición de las plantas, ó sean las cenizas ó materias terrosas, se compone de todas las sustancias alimenticias procedentes de la tierra misma, y, en último resultado, de las rocas de que aquella procede; se llaman, por lo mismo, componentes minerales, inorgánicos, incombustibles, ó cenizas, y constituyen de 5 á 10 por 100 de las partes vegetales, aunque su cantidad rara vez excede del 5 por 100 en las plantas frescas. A dicha clase pertenecen: el *fósforo* en forma de ácido fosfórico, que absorben las raíces en combinación con potasa y sosa, cal, magnesia y óxido de hierro, pasando en los jugos á las hojas, y de éstas principalmente á las semillas y frutos; el *azufre*, en forma de ácido sulfúrico, combinado con amoniaco, po-

tasa, cal y magnesia, y también con sosa, que sube asimismo á las hojas, pasando luego á la semilla; la *sílice* ó ácido silícico, que pasa de las raíces á las hojas, donde queda en los tejidos, que abunda más especialmente en las hojas de las plantas forrajeras y plantas análogas (gramíneas), hallándose generalmente hidratado, y procede de la descomposición de rocas feldespáticas; la *potasa*, que, combinada con los ácidos nítrico, fosfórico, sulfúrico y carbónico, se encuentra en casi todas las partes de las plantas, pero especialmente en los tallos y hojas; la *cal* y la *magnesia*, que, combinadas con los ácidos referidos, se hallan en toda planta, aunque más en las hojas que en los tallos; el *hierro*, en forma de óxido y sus sales, que se presenta en todas partes, si bien sólo en pequeñas cantidades; y el *manganeso*, que se comporta como el hierro. La *sosa* desempeña un papel análogo al de la potasa, pero tiene, como la sílice, menos importancia que este álcali. El *cloro* se encuentra con el *yodo*, principalmente en plantas marinas y de terrenos salinos, y también, aunque en muy pequeñas dosis, en todas las partes de las plantas cultivadas. Casi todas éstas contienen además pequeñas cantidades de *fluor* y *litio*; la *alúmina*, el *cobre* y otros elementos se presentan sólo en determinadas plantas ó partes de las mismas.

Las sustancias minerales más importantes desde el punto de vista de la nutrición de las plantas, son el ácido nítrico, el ácido sulfúrico, la potasa, la cal, la magnesia y el hierro.

Son *abonos* todas las sustancias que contienen todos ó algunos alimentos de las plantas, y que pueden ser absorbidas por éstas, directa ó indirectamente, y también las que pueden fomentar ó acrecentar la eficacia de los alimentos ya existentes en la tierra, ó que se introducen artificialmente en la misma. Los antiguos romanos conocían muchas materias á propósito para el abono de terrenos; pero nuestro siglo se ha encargado de demostrar, casi literalmente, el dicho de un agrónomo insigne: «cualquier materia sirve de abono para alguna planta,» aprovechando al efecto infinidad de materias que antes se miraban como inútiles ó estorbos, y se quemaban ó echaban en los ríos. Pero nuestra época ha hecho todavía más: mediante un estudio detenido de la naturaleza de las plantas, no sólo ha llegado á conocer las sustancias más á propósito para el abono, sino que ha determinado el modo de adaptarlas más convenientemente y de sacar partido de sus diversas propiedades, con arreglo á las diferentes condiciones de los terrenos. Se han establecido Institutos científicos especiales, las llamadas Estaciones agronómicas, con el objeto de estudiar y resolver científica y prácticamente los problemas de la química agrícola, y son palpables las ventajas que han reportado allí donde han sido dotadas de los medios convenientes y se ha encomendado la dirección á inteligencias superiores. Fecundan la ciencia mediante investigaciones profundas acerca de la vida vegetal, y llenan su misión práctica multiplicando los ensayos en el terreno y procurando determi-

nar las formas y condiciones más adecuadas de los abonos artificiales, proporcionando valiosas indicaciones á sus fabricantes.

Los huesos de hombres y animales contienen los fosfatos de cal y magnesia eliminados de los alimentos; y como el ácido fosfórico es un componente mineral de la tierra, generalmente poco abundante, y que pronto se agota por la vegetación, dichos huesos constituyen un abono excelente y muy apreciado. En su estado fresco tienen poca eficacia, siendo además tanto menos á propósito para el agricultor, cuanto que su importancia para la fabricación de cola, azúcar y otras industrias los encarece demasiado; pero una vez bien cocidos, han perdido su grasa y gelatina, conservando su ácido fosfórico, y pueden aprovecharse mucho mejor para el abono. Sometidos á la acción del vapor de agua, reducidos á polvo fino y tratados con el ácido sulfúrico á fin de obtener el llamado superfosfato, los huesos constituyen un abono cuya eficacia es rápida y segura. La carencia de huesos dió lugar hace muchos años á que se buscasen otras materias fosfatadas; se hallaron depósitos más ó menos considerables del mineral llamado fosforita (fosfato de cal) en Inglaterra, Alemania, España (Cáceres), el Canadá, etc , que siguen explotándose activamente; desde 1840 los ingleses importan enormes cantidades de guano del Perú, y en Westfalia se explotan hoy depósitos de mineral de hierro en vista de los fosfatos que contienen, que antes, y por el hierro sólo, no podían beneficiarse económicamente.

El inmenso depósito de sal gema de Stassfurt está cubierto de capas no menos poderosas de sales impuras, que antes no se aprovechaban, sino que se miraban como un estorbo porque dificultaban la explotación de la sal pura; pero más tarde, y en vista de la potasa que contienen, se reconoció su valor, tanto que hoy se estiman más que la sal gema misma, empleándose en parte como abono después de un tratamiento químico conveniente.

Bastan estos ejemplos para demostrar de qué manera la ciencia y la industria apoyan y fomentan constantemente la agricultura, ofreciéndole el resultado de sus investigaciones, y poniendo en su mano multitud de sustancias útiles. Indiquemos ahora brevemente las materias que se emplean como abono de la tierra.

Las plantas ó sus partes pueden servir, como se comprende desde luego, de abono, pues todas contienen sustancias nutritivas fácilmente asimilables después de su descomposición. Se siembran á veces plantas que crecen con rapidez y tienen hojas anchas y raíces penetrantes, con el único objeto de utilizarlas como abono, enterrándolas con el arado en el mismo terreno donde han crecido; durante su crecimiento reunen las sustancias nutritivas esparcidas en el suelo, el aire y el agua, de modo que, al enterrarse, se distribuyen en la tierra dichos alimentos, y la planta misma, con descomponerse, resulta útil directa ó indirectamente á la que se siembra después. Cuanto más espesamente crecen semejantes plantas, que sirven de abono verde, tanto mejor es el éxito, y éste

sube de punto si el terreno es de por sí fértil ó ha sido abonado al tiempo de sembrar dichas plantas. Se han convertido en terrenos á propósito para el cultivo del centeno extensos campos arenosos y estériles, mediante su abono con altramuz de la manera referida. Muchas plantas que por sí tienen poco valor, como, por ejemplo, el junco, la vegetación espontánea de los bosques, los helechos, las algas marinas, pueden convertirse fácilmente en abonos, y lo mismo cabe decir de todos los residuos vegetales; entre éstos la paja desempeña el papel más importante, por cuanto sirve de lecho para los animales en sus cuadras y se mezcla con sus excrementos; naturalmente, la paja suave, que se utiliza como alimento para los animales, no se emplea directamente como abono. Las plantas de tallo ó caña duros que se quieren utilizar así, tienen que convertirse primero en abonos mediante las orinas y el agua animalizada que se recoge en las cuadras y estercoleros, la cal, etc., como diremos más adelante. Muchos residuos vegetales, como los que proceden de la fabricación del almidón, del azúcar, etc., se convierten con frecuencia en abonos, en cantidades considerables. El orujo procedente de los molinos de aceite, así como la cebada germinada (malta) después de utilizada en la fabricación de la cerveza, se emplean con mayor ventaja como alimentos para el ganado.

El cuerpo animal contiene las mismas sustancias elementales que la planta; por consiguiente, los animales muertos, ó partes de ellos, constituyen abonos no menos apreciados, si bien algunos necesitan ser preparados y sólo pueden obtenerse en pequeñas cantidades, porque se aprovechan con mayor ventaja en ciertas industrias. Los cadáveres de todas clases (ganado muerto é inservible como alimento, ratas, ratones, langosta, animales marinos, etc.), se convierten en abono amontonándolos en fosos con cal viva. Las carnes de diversos animales se preparan al efecto en fábricas especiales; las enormes cantidades de desperdicios resultantes de la pesca de la ballena, el bacalao y el arenque, y toda clase de desperdicios animales procedentes de los mataderos, se transforman en abonos en grandes establecimientos industriales; la sangre, diluída con mucha agua, es un abono inmejorable para bastantes plantas, especialmente árboles frutales, la vid y los prados, y se prepara también en las fábricas, entregándose al comercio en forma de polvo.

Los huesos se preparan para la agricultura de diversos modos: triturados mecánicamente en estado fresco, constituyen la llamada harina cruda de huesos; sometidos á la acción del vapor, dan la harina evaporada; calcinados, producen la llamada ceniza de huesos; amontonados con ceniza, cal, orines ó agua animalizada ó materias análogas, ó bien con estiércol de caballo, en el cual se descomponen rápidamente, forman el llamado hueso fermentado; mientras que tratados con ácido clorhídrico ó sulfúrico dan el superfosfato, en cuya forma tienen la mayor eficacia como abono. El negro de huesos, ó negro animal, y el carbón de hueso, se emplean directamente para abonar la tierra. El cuerno, re-

ducido á virutas, encuentra empleo especialmente en la floricultura. Los pelos, las cerdas, las plumas y los desperdicios de la lana necesitan una preparación especial; los últimos, así como los desperdicios de las fábricas de sombreros, son muy á propósito para tierras arenosas, y, en general, para terrenos que se secan y endurecen pronto, porque son bastante higroscópicos y atraen la humedad. Los desperdicios de pieles y cuero, zapatos viejos, etc., se someten á la acción del vapor y se reducen á polvo, en cuya forma pueden obtenerse en el comercio. Las conchas de ostras y otros moluscos, que contienen casi exclusivamente sales de cal, sobre todo el carbonato, se emplean también en forma de polvo, mientras que los desperdicios de la fabricación de cola y grasas se convierten en abonos mezclándose con otras materias.

Los excrementos de los animales (orina y materias fecales) se aprecian desde muy antiguo como abono, especialmente en forma de estiércol, es decir, mezclados con paja, juncos, hojas, hierba, turba, brezo, virutas, casca de curtidores, algas marinas, tierra, arena, etc. Dichos excrementos representan las partes del alimento animal que no se utilizaron en el proceso de la nutrición, mezcladas con secreciones del cuerpo animal mismo, que no son otra cosa sino productos de la asimilación de sustancias alimenticias. El carbono contenido en determinados alimentos se quema ó oxida en el cuerpo bajo la acción del oxígeno del aire inspirado, convirtiéndose en ácido carbónico, parte del cual es espirado, parte se combina con hidrógeno y oxígeno formando las grasas animales, y parte se elimina en los excrementos; el nitrógeno constituye la carne, cola y sustancias análogas, ó se consume en el sostenimiento de la actividad muscular, etc., eliminándose después en la orina y materias fecales. Las sustancias minerales se eliminan también en parte, quedando otra parte en el cuerpo; el esqueleto, ó sean los huesos, se compone principalmente de fosfatos y carbonatos de cal y magnesia, y se encuentran fosfatos en las sustancias albuminosas, en la leche, el cerebro, la bilis, etc.; los pelos, las plumas y la lana contienen sílice; la sal común se halla en muchos jugos animales, el hierro en la sangre, y los sulfatos de potasa y sosa en diferentes líquidos. En suma, parte del alimento pasa á la sangre para la formación y nutrición de los órganos, así como para sostener el calor animal, mientras que otra parte sale del cuerpo en forma de sudor, excrementos, etc.

La orina contiene principalmente nitrógeno, así como los álcalis de fácil solubilidad como la potasa; mientras que los residuos no digeridos de los alimentos, el ácido fosfórico, la cal, etc., forman parte de las materias fecales. Por consiguiente, se obtiene el mejor abono reuniendo y empleando á un tiempo la orina y las materias fecales, que se complementan recíprocamente, respecto á su contenido, en sustancias nutritivas para las plantas.

La orina fresca sólo se puede emplear como abono mezclada ó diluída con mucha agua, utilizándose en esta forma principalmente en la horticultura, los

prados y el cultivo de plantas ricas en hojas y de los árboles frutales; se mejora mezclándola con ácido sulfúrico, yeso y sustancias análogas que impiden la evaporación del amoniaco, ó con abonos pulverizados, como harina de huesos, sales potásicas, orujo, que aumentan su eficacia, ó bien vertiéndola sobre tierra porosa ó materias parecidas, que promueven la evaporación del exceso de agua.

Por regla general, el estiércol de las cuadras del ganado vacuno y caballar se amontona en un estercolero á propósito, sobre un piso ligeramente inclinado, en cuyo punto más bajo hay un pozo destinado á recibir los líquidos que se escurren, y con los cuales es preciso humedecer el estiércol de vez en cuando; para ello se emplean bombas de construcción especial. Pero en muchos casos conviene tener separados los estiércoles de ganados distintos, porque, diferenciándose más ó menos en su composición, merced al género de alimento y modo de nutrir de los diferentes animales, cabe aplicarlos con mayor provecho á cultivos determinados.

El estiércol del ganado caballar y mular es el más rico en nitrógeno y fosfatos, y como, al descomponerse, desarrolla mucho calor, se aprecia en la horticultura para los cultivos forzados; para la agricultura en general es perjudicial ese calor excesivo, y conviene mezclar dicho estiércol con el del ganado vacuno y de cerda; se adapta especialmente para el abono de terrenos tenaces y húmedos, pero su empleo resulta nocivo en tierras de condiciones contrarias.

La sirle, ó sean las deyecciones del ganado lanar que se recoge durante el invierno, cuando los animales están en las cuadras, es rica en nitrógeno y sustancias minerales, pero bastante seca, y su mezcla contiene poca paja. Como dicho ganado secreta poca orina, á fin de impedir la descomposición rápida del estiércol se procura mantenerlo húmedo, vertiendo sobre él de vez en cuando agua ó abonos líquidos. Se aplica con preferencia al abono de tierras ricas en arcilla y humus; no es recomendable en el cultivo de cereales, patatas, remolacha, lino, la vid, etc., por el exceso de nitrógeno que contiene; pero se emplea con éxito en el cultivo de la colza, del cáñamo y del tabaco.

El estiércol del ganado de cerda se utiliza todavía en muchos casos de una manera impropia; se descompone lentamente, es siempre muy húmedo, por cuya razón se aplica con ventaja al abono de tierras secas; pero conviene mezclarlo con estiércol de caballo.

En cuanto al estiércol del ganado vacuno, que en muchos establecimientos agrícolas constituye la masa principal de los abonos procedentes de las cuadras, su composición varía mucho, dados los diversos alimentos que hoy se dan á dicho ganado. Contiene de 70 á 80 por 100 de agua, por cuya razón se descompone lentamente, de modo que su efecto sobre el crecimiento de las plantas dura de tres á cuatro años. Es, como dicen los agricultores, un *estiércol frío*, para diferenciarle del que produce el ganado mular y caballar, al cual llaman,

por el contrario, *estiércol cálido*. Se considera como abono normal, puesto que se puede aplicar al cultivo de cualquier fruto.

El estiércol debe amontonarse, para que fermente, en lechos ó capas de no mucho espesor, manteniéndole húmedo para activar la descomposición. Conviene protegerlo contra la evaporación y pérdida consiguiente de gases amoniacales, cubriéndolo con yeso, sales potásicas, tierra ú otras sustancias absorbentes. Su efecto en la tierra es parecido al del humus ó mantillo, y por la suma de sus propiedades es insustituíble para casi todos los cultivos.

Los excrementos humanos (productos de pozos negros y alcantarillas) se distinguen por su riqueza en nitrógeno y ácido fosfórico; pero, por regla general, se hallan mezclados con demasiada agua, que muchas veces excede del 95 por 100. Su olor repugnante y desagradable, no menos que su ingrato aspecto, dificultan su aplicación como abono, y la cantidad excesiva de agua aumenta los gastos de transporte. La solución del problema de las alcantarillas, tan importante para el bienestar de las grandes poblaciones, depende en gran manera de la disminución de dicha cantidad de agua y la modificación en la forma del producto, ya dentro de las ciudades, ó bien de la reducción de los gastos de transporte, mediante la aplicación de fuerza hidráulica ó de vapor. Allí donde se trata de la mezcla de dichos excrementos con otras sustancias, debe procurarse emplear un mínimum de éstas con el máximum posible de aquéllos, y escoger las materias más á propósito para los terrenos de la vecindad que han de ser abonados; la turba menuda, la casca de curtidores, el serrín y la tierra de humus, son materias apropiadas para dicha mezcla, cuando se utilice en terrenos arenosos profundos y sueltos; la arcilla y el polvo de ladrillo son convenientes para gravas y arenas, y la cal, el yeso y materias análogas son aplicables á terrenos que se encostran fácilmente y son pobres en cal. El empleo directo de las materias fecales humanas, tales como salen de pozos y alcantarillas, es decir, en su estado líquido, supone terrenos permeables de la categoría de los arenosos, situados á cierta distancia de la población, á fin de que los efluvios no perjudiquen, y siempre utilizando un sistema de extracción y transporte inodoro. En dicha forma líquida son muy á propósito estas materias para los prados; pero en muchas partes existen fábricas para su evaporación y conversión en abonos sólidos, pulverulentos, como son los llamados *poudrette* y guano artificial.

Los excrementos de las aves son ricos de un modo extraordinario en nitrógeno y fosfatos, y obran muy enérgicamente merced á su concentración; pero por esto mismo no pueden emplearse directamente, sino mezclados con tierra ó disueltos en mucha agua. El más apreciado es el excremento de las palomas; el de los gansos y aves mayores necesita someterse primero á la descomposición.

El guano, que constituye á veces grandes depósitos en algunas islas desiertas, se compone de los excrementos de aves marinas y restos de cadáveres de

las mismas. Según Garcilaso de la Vega, se venía utilizando en el Perú como abono desde tiempo inmemorial, y el célebre viajero Humboldt lo introdujo desde allí en Europa; pero su importación no empezó hasta el año 1840, desde cuya fecha se consume en grandes cantidades. El guano del Perú es el más estimado, porque conserva mejor las sales amoniacales, merced al clima tan seco de aquella costa; muchos de los guanos de otras procedencias han perdido gran parte de su nitrógeno bajo la influencia de las aguas, y tienen menos valor para el que necesita de este elemento; en cambio son relativamente más ricos en fosfatos que el peruano, y muy apreciados, por lo mismo, cuando sólo se busca el ácido fosfórico. Después de los millones de toneladas extraídos, se han agotado ya por completo los enormes depósitos de las islas Chinchas, y los demás depósitos descubiertos en otras islas peruanas y chilenas son mucho menos considerables, y de calidad algo inferior. Esto es aplicable también, tanto respecto de la cantidad como de la calidad, á multitud de yacimientos encontrados después en otras muchas islas y costas americanas, africanas y asiáticas.

El guano es de los abonos cuyos efectos se producen con más rapidez, pero que por esto mismo sólo se pueden emplear en pequeñas cantidades, siendo especialmente apropiados para la horticultura. Merced á su riqueza en nitrógeno, descompone enérgicamente las sustancias alimenticias contenidas en el suelo, aumentando la parte inmediatamente asimilable á costa de la restante, esto es, apurando pronto la tierra. Sin embargo, se aumenta todavía á veces la eficacia del guano, tratándolo con ácidos y pulverizándolo. Advertiremos, por último, que el guano es pobre en álcalis.

Entre los abonos puramente minerales, la ceniza es el más importante, desde el punto de vista de las sustancias que encierra. La ceniza de leña, que es difícil de obtener á precios económicos, obra enérgica y rápidamente, por cuya razón debe emplearse mezclada, pues de lo contrario origina perjuicios, en particular para las plantas en germinación; pero surte los mejores efectos cuando se esparce en el otoño sobre los prados, y en la primavera sobre los campos de trébol. Las cenizas de la turba y del lignito obran con menos energía, y son más pobres en sustancias minerales, y la ceniza de la hulla tiene menos valor como abono. La ceniza lixiviada es menos activa, pero también vale menos, porque se le ha extraído la potasa.

La cal, en forma de caliza calcinada, se emplea desde antiguo para mejorar terrenos compactos y pobres en cal, y se mezcla con la tierra en el otoño, en cantidades variables, desde algunos kilogramos hasta 75 quintales métricos por hectárea. Directamente, no proporciona á las plantas más que cal; pero indirectamente pone á su alcance otras sustancias nutritivas, por cuanto facilita, en lo esencial, los diversos procesos de la nutrición y descompone los restos orgánicos, vegetales y animales, contenidos en la tierra. La cal neutraliza los ácidos del suelo, retiene ó fija el ácido nítrico de la atmósfera y promueve la penetración

de gases útiles. Las diferentes clases de margas que se emplean también como abono obran de un modo análogo, y tiene su acción especial el yeso, que proporciona al terreno cal y ácido sulfúrico.

Las sales amoniacales y el nitro ó salitre son de los abonos más caros; pero el agricultor los aprecia mucho, porque, mejor aún que el guano y con mayor rapidez, fomentan la descomposición del terreno, acrecentando de este modo la provisión de sustancias alimenticias inmediatamente asimilables, si bien, naturalmente, á costa de la duración; en otros términos: contribuyen á apurar el terreno. Se emplean principalmente en el cultivo de cereales, plantas tuberculosas y legumbres y de prados. El agua procedente de las fábricas de gas del alumbrado obra de un modo análogo en virtud de su contenido en carbonato de amoniaco. El salitre propiamente dicho, ó nitrato de potasa, es, por regla general, demasiado caro para los usos agrícolas, pero se emplea bastante el llamado nitro de Chile, ó nitrato de sosa, que forma extensos depósitos naturales en ese país, siendo objeto de explotación y exportación en grande escala. Todos los abonos ricos en nitrógeno son recomendables allí donde se trata de forzar el cultivo ú obtener cosechas muy abundantes.

Las fábricas de Stassfurt, establecidas para el aprovechamiento de las sales potásicas procedentes de las minas de sal gema, ofrecen al agricultor, en diferentes formas, una de las sustancias minerales de que más fácilmente puede carecer la tierra. Los preparados más seguros por su eficacia y menos dañinos, son los nitrato, carbonato y sulfato de potasa, y mejor todavía el sulfato de potasa y magnesia; las sales potásicas crudas ó naturales, procedentes de dichas minas, y que constituyen las materias primeras para dicha fabricación, son menos recomendables para el abono y pueden originar graves perjuicios, porque los cloruros que contienen destruyen las semillas en germinación y las raíces tiernas. Los abonos potásicos preparados se emplean con ventaja en el cultivo del tabaco, el lino, el trébol y otras plantas forrajeras, la patata, la vid, las hortalizas, especialmente los espárragos, y tam bién en el de los prados. Las sales que contienen cloro deben emplearse solamente en el otoño, á menos que se sometan á la descomposición, esparciéndolas sobre el estiércol en el corral.

Los fosfatos se presentan en la naturaleza en los llamados coprolitos, ó sean excrementos petrificados de animales correspondientes á las formaciones geológicas jurásicas y cretáceas, en los minerales apatito y su variedad fosforita, que constituye enormes depósitos en nuestra provincia de Cáceres, en Inglaterra, Nassau (Alemania), Noruega, etc., y en la llamada sombrerita, de la isla de Sombrero y otras de las Antillas, que es sencillamente una caliza convertida en fosfato de cal, merced á la infiltración de aguas á través de los depósitos de guano suprayacentes. Todos estos minerales son objeto de explotación, y se convierten, por el tratamiento con ácidos, en los llamados superfosfatos. De nuestros importantes criaderos de fosforita, el de Logrosán yace abandonado

hace años á consecuencia de litigios pendientes; otros están ya agotados, y los restantes producen unas 20.000 toneladas al año; siendo de lamentar que semejante riqueza, que tenemos en casa, nunca se haya aprovechado en pro de la agricultura patria, pues el producto bruto ha venido exportándose á Inglaterra, sin que nádie haya juzgado de utilidad establecer en el país la fabricación de superfosfatos. En la estadística minera correspondiente al año 1885, leemos que la «Sociedad general de fosfatos de Cáceres, en vista del empobrecimiento de sus minerales, que impide la exportación de todo su producto por no sufragar los gastos de transporte, se *ve obligada* al establecimiento de dicha fabricación, como única manera de poder aprovechar aquéllos.» Es decir que, después de permanecer nuestros agricultores indiferentes ante el espectáculo de que los fosfatos patrios vayan á enriquecer tierras extrañas, como si en Extremadura, por ejemplo, no hubiera terrenos por cultivar y abonar, una Sociedad minera española se ve en la triste necesidad (pues tal se colige del texto citado) de apelar, como recurso extremo, á la conversión del mineral en abono. Sólo falta la noticia (que no nos extrañaría) de que la Sociedad ha tenido que parar sus minas y cerrar su fábrica, en vista de no encontrar consumidores nacionales para su nuevo producto, ni poder competir con él en los mercados extranjeros.

Como el ácido fosfórico, el nitrógeno y la potasa son las sustancias nutritivas que se hallan en los terrenos en cantidad más reducida, llaman, como es natural la atención preferente del cultivador práctico, y por lo mismo los fabricantes producen exclusivamente abonos artificiales ricos en dichas sustancias. Según el contenido de una ú otra, varían los precios de semejantes productos, cuya composición se garantiza siempre por los fabricantes.- Los estiércoles contienen los tres alimentos más importantes para las plantas, y además sustancias orgánicas que, mediante la formación del humus, hacen sueltas las tierras, las conservan húmedas, les prestan calor y desarrollan su actividad química. Los abonos artificiales promueven únicamente la nutrición de las plantas; su eficacia crece en la medida en que la tierra contenga humus, razón por la cual es de utilidad en determinados casos completar el abono con la adición de cierta cantidad de turba.

Respecto al empleo racional de los abonos artificiales, convienen más para la primavera los inorgánicos fácilmente solubles en agua, y que por lo mismo entran pronto en acción, como el nitro de Chile, la sal amoniacal, las sales potásicas libres de cloro, el superfosfato y el guano del Perú; mientras que para el otoño son más á propósito los abonos de origen orgánico, como las harinas de hueso, sangre, carne, cuerno, etc., que sólo se vuelven solubles después de su descomposición. El superfosfato no obra en tierras ligeras, siendo preferibles para éstas el negro animal y el guano del Perú crudo. Por regla general, convienen los abonos ricos en nitrógeno para las tierras secas ó ligeras, y los ricos en ácido fosfórico para los terrenos pesados y húmedos. Un cloruro potásico

al 59 por 100 puede emplearse en cualquier terreno; en cambio la cainita, la carnalita y otras sales análogas, pobres en potasa y ricas en cloruro de sodio (sal común), no son á propósito en terrenos pesados, porque su contenido en sal común produce un notable endurecimiento de los mismos. Ordinariamente, los abonos artificiales se esparcen sobre el suelo, enterrándose entonces profundamente; el nitro de Chile debe enterrarse de un modo algo más somero, porque de otra suerte la tierra no lo utiliza de una manera tan completa; este abono da también buenos resultados cuando se esparce superficialmente sobre sembrados atrasados. Tratándose del cultivo de cereales, se abona la tierra en la mayoría de los casos con fosforo y nitrógeno unidos, ó sea de 12 á 15 kilogramos del primero y de cuatro á seis del segundo por hectárea; sólo en terrenos ricos en humus puede recomendarse un abono con superfosfato no más. Las plantas forrajeras y las legumbres reclaman un abono con ácido fosfórico y potasa, pues al par que consumen estas sustancias, absorben. al parecer, muy poco nitrógeno; para cada cuarto de hectárea se calculan 12,5 kilogramos de ácido fosfórico soluble, y 20 kilogramos de potasa, en forma de cloruro, ó en tierras relativamente ligeras en forma de cainita (sulfato de potasa y magnesia). Los prados y los campos en que crece el forraje varios años seguidos, reclaman un abono con superfosfato y sales potásicas, durante el período mayor de reposo de la vegetación; en los prados se recomienda muy en especial el empleo de 100 á 150 kilogramos de cainita por cada cuarto de hectárea. El cultivo de las llamadas raíces alimenticias reclama, ante todo, un abono abundante en materias nitrogenadas, después del cual pueden emplearse las fosfatadas y potásicas. Por más que se diga, las sales potásicas no elevan el rendimiento de la patata y la remolacha; pero es conveniente suministrarlas á las plantas que las preceden, para que las raíces alimenticias cultivadas después encuentren la potasa mejor distribuida en el terreno y en forma más asimilable.

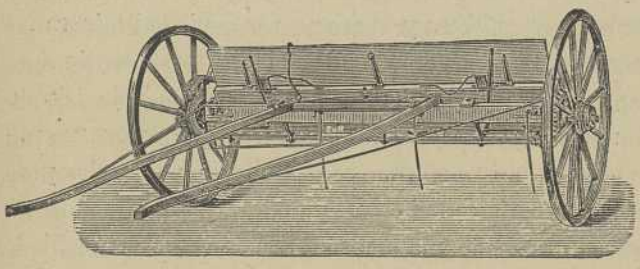


FIG 204.—Aparato para la distribución de abonos pulverulentos.

En cuanto á los medios mecánicos que se emplean para distribuir sobre los terrenos los abonos artificiales, con la igualdad conveniente y el debido ahorro de tiempo y mano de obra, basta decir que se construyen al efecto carros de diferentes formas, que esparcen las sustancias automáticamente. La fig. 204 representa un aparato para la distribución de abono en polvo; los líquidos suelen distribuirse por medio de carros parecidos á los de riego usados en las ciudades.

La preparación del llamado abono compuesto tiene mucha importancia, especialmente para el cultivo de prados. Amontónanse al efecto toda suerte de desperdicios, mezclados con materias que promueven su descomposición, y se vierten sobre el montón los líquidos de cuadras, pozos negros, etc.; es necesario revolver con frecuencia la masa, á fin de que resulte homogénea. En la horticultura y floricultura, desempeña esta preparación un papel considerable; se hacen abonos compuestos con base de turba, mantillo, casca de curtidores, hojas, cal, arena, etc., destinados cada uno á cultivos distintos, y se cuida muy especialmente de que el montón permanezca húmedo, á fin de evitar la fuga de los gases que se van formando.

Con las recolecciones se sustrae al terreno cierta cantidad de sustancias nutritivas, de cuya restitución debe encargarse el abono. Este, que es superfluo y hasta perjudicial en tierras muy ricas, se hace tanto más necesario, cuanto más activo es el cultivo y cuanto menos favorables son las condiciones del terreno. En general, el estiércol constituye la base de dicha restitución, pero no devuelve á la tierra todo lo que se le sustrajo, porque las cosechas se venden en parte, no volviendo al terreno que las dió sino parte de sus restos. Allí donde se dispone de prados bastante extensos, y que puedan enriquecerse anualmente por medio de légamos fertilizantes, el estiércol por sí solo puede bastar al sostenimiento de la fertilidad de los campos de cultivo. En los grandes establecimientos agrícola-industriales, donde el azúcar, el alcohol, la cerveza, etc., constituyen los principales productos de venta, y en los cuales se utilizan los desperdicios en el cebo del ganado, comprando, por lo tanto, y vendiendo sólo animales adultos, también puede prescindirse en muchos casos del empleo de otros abonos, sobre todo cuando se compran primeras materias de otros productores. En este caso, estas primeras materias suplementarias proporcionan el complemento necesario para la restitución íntegra; en ambos casos la eliminación se reduce, en último término, á sustancias que abundan en la atmósfera y que ésta puede reponer. Empero, en todos los demás casos, es preciso completar la eficacia del estiércol mediante la adición de lo que le falta; por regla general, basta un abono suplementario con materias nitrogenadas, potasa y fosfatos, á los que es preciso agregar la cal para determinados terrenos. Sin la restitución debida, se empobrecen los campos, y aun cuando no falte más que una sola sustancia nutritiva, las demás que se hallan presentes pierden su eficacia, porque la planta sólo se desarrolla y florece completamente cuando cuenta con *todos* los alimentos que le son necesarios. Una germinación débil, una escasez de frutos, su malogro parcial y otros fenómenos desagradables análogos, siempre apuntan la conclusión de que el terreno se halla empobrecido ó que el abono no se ha incorporado bien al suelo, y que de cualquier modo necesita mejorarse; esto sólo puede verificarse por el abono y el cultivo, operaciones que deben completarse mutuamente; el primero repone directamente las materias sustraídas á la tierra,

mientras que la segunda promueve la actividad y eficacia de los abonos, de las provisiones naturales del terreno y de los gases fertilizantes.

Las plantas recolectadas vuelven en parte directa ó indirectamente á la tierra, para promover una nueva vegetación, y sirven en parte de alimento al hombre y á los animales; éstos contribuyen al mismo fin mediante sus excreciones, y después de su muerte devuelven también los elementos de la atmósfera, del agua y de la tierra, que en vida asimilaron sus organismos. El agua se evapora superficialmeute y pasa al aire en forma de vapor acuoso que, condensado por la tierra porosa, hace posible el crecimiento de las plantas durante el tiempo seco; de cuando en cuando se condensa dicho vapor también en la atmósfera, cayendo sobre la tierra en forma de lluvia, que penetra en el suelo y las rocas, disolviendo y repartiendo sustancias nutritivas, se reune después formando arroyos y ríos, y acaba por incorporarse de nuevo al océano. La planta absorbe los elementos de la tierra disueltos por el agua, y vaporiza ésta en parte, rindiendo también su tributo á la atmósfera.

En eterno círculo se mueve la materia; vivir y morir no son más que formar y transformar, mutación de los elementos que continuamente se reunen para constituir nuevos cuerpos. El hombre debe esforzarse por dominar estos procesos, utilizándolos en provecho propio; á este fin labra y abona la tierra, siembra las semillas, cría plantas y animales y recoge sus restos y desperdicios para promover nuevos crecimientos. Antes que aprendiera á conocer las leyes naturales que rigen los procesos de la vegetación, se dedicaba principalmente á tomar sin restituir, á lo que se llama el cultivo expoliador, que se halla ya condenado y abandonado por los pueblos más adelantados; pues es evidente que, de no restituir á la tierra lo que de ella se extrae, el suelo se va empobreciendo hasta esterilizarse por completo, y los que en ella buscan el sustento quedan reducidos á la miseria. En cambio, allí donde se combina una labranza racional con un abono, una restitución abundante, el suelo se hace cada vez más fructífero, asegurando la existencia á un número siempre creciente de personas. Las sustancias fundamentales para el desarrollo de las plantas existen en cantidad inagotable que, con la multiplicación de animales y de hombres, aumenta en la medida correspondiente.



CULTIVO DE CAMPOS Y PRADOS

Dependencia de las plantas del suelo y del clima.—Alternativa de cosechas.—Cultivo de cereales.—Cultivo de legumbres.—Cultivo de plantas tuberculosas, ó de raíces carnosas.—Cultivo de plantas oleaginosas.—Cultivo de plantas textiles.—Cultivo de plantas forrajeras.—Cultivo de prados.

El número de las plantas cultivadas por el hombre es muy reducido, si se compara con el de las especies vegetales que existen sobre la tierra, de las que sólo una pequeña fracción es objeto de la agricultura propiamente dicha, sobre todo porque el labrador tiene que contar con los factores más seguros, cultivando tan sólo las plantas que, según las condiciones locales, le prometen la cosecha más lucrativa. Cada planta cultivada necesita para su perfecto desarrollo cierta cantidad de calor, luz, humedad y sustancias nutritivas, en todas las fases de su crecimiento; allí donde no existen estas condiciones precisas, sólo el horticultor, con los múltiples recursos de su arte, que le hacen en cierto modo independiente de las variaciones atmosféricas, puede emprender el cultivo de plantas en localidades en que se hallan fuera de la

región que les es propia, pues aun en los casos más favorables, queda siempre el labrador más ó menos impotente ante los caprichos del clima, viéndose obligado, después de cada siembra, á aceptar lo que el cielo le depara.

Sin embargo, por reducido que sea, relativamente, el número de las plantas de que puede disponer el agricultor, siempre, en nuestras zonas templadas, es bastante grande para permitir una elección y establecer una buena alternativa de cosechas, como se muestra en las siguientes páginas.

Se da el nombre colectivo de *cereales* (dones de Ceres) á una serie de plantas herbáceas de la familia de las gramíneas, como el trigo, centeno, cebada arroz, mijo, etc., que se cultivan para el aprovechamiento de sus semillas harinosas. Por las analogías de cultivo y de productos se incluyen también en este grupo el trigo sarraceno, que pertenece á la familia de las poligóneas. Las *leguminosas comestibles*, como el guisante, garbanzo, haba, lenteja, etc., cuyos frutos son legumbres, constituyen otro grupo, y los *tubérculos* y *raíces*, como la patata, las diversas variedades de remolacha, nabo, etc., que se cultivan en líneas, forman el tercero. Distínguense además las plantas *forrajeras*, propias para el alimento del ganado, como los tréboles, la esparceta, etc., que se cultivan más especialmente por sus hojas. Por último, la clase de las plantas *industriales* comprende las oleaginosas, las tintóreas, las textiles, las narcóticas, etc.

ALTERNATIVA DE COSECHAS

El agricultor no cultiva siempre la misma especie vegetal en un campo determinado, sino que siembra alternativamente diversas plantas, porque sabe que no consumen todas en igual medida las sustancias nutritivas de la tierra y de los abonos; que unas se arraigan profunda y otras someramente; que ciertas raíces se ramifican mucho en sentido lateral, y otras no; que las plantas dejan en el terreno un residuo, ya mayor, ora menor, que favorece en diferente grado el crecimiento de las malas hierbas y el endurecimiento de la tierra, y que, por último, no todas se siembran y cosechan en las mismas épocas del año. Mediante una alternativa conveniente de cosechas asegura, pues, el agricultor el mejor aprovechamiento del terreno, la distribución más ventajosa de los trabajos durante todo el año, un ahorro de labor y de capital, y el mejor resguardo de sus cosechas contra las variaciones atmosféricas, que favorecen ó perjudican, ora á ésta, ora á aquella planta. Aun cuando el arte y la ciencia consiguieran hacer innecesaria la alternativa de cosechas, el agricultor no podría prescindir de sus ventajas, pues nunca le tendría cuenta fundar todas sus esperanzas en una sola planta, y hallarse en una época abrumado bajo el trabajo y en otra ocioso, y también porque en muchos casos, y después de una recolección, no contaría con tiempo suficiente para preparar convenientemente el terreno para la siembra siguiente. La

serie de cultivos que comprende semejante alternativa debe escogerse con más cuidado allí en donde el invierno se adelanta y suele ser riguroso, con preferencia á los parajes donde dicha estación es más benigna y permite durante su curso dar ciertas labores en el campo. En comarcas donde, al llegar la primavera, los terrenos se desecan y calientan pronto, puede cultivarse con mayor despreocupación que por donde la labranza sólo puede empezar tarde y la elección de frutos queda por necesidad limitada á una serie relativamente exigua de plantas aptas para la alternativa.

Las plantas que se desarrollan bien con estercoladuras recientes, son ante todo las que se cultivan en líneas, las forrajeras, y entre las oleaginosas, las diferentes variedades de colza; por lo mismo, suelen cultivarse éstas en primer término, dejando para después todas las especies de cereales que una estercoladura cercana demasiado fuerte podría perjudicar con facilidad. Los cereales pierden pronto sus hojas, dejando penetrar, por lo tanto, el viento y los rayos solares, que endurecen la tierra y favorecen el crecimiento de las malas hierbas. A los cereales de invierno conviene que sigan los frutos de verano que se siembran en la primavera, porque así se gana tiempo para la debida preparación del terreno; y entre los frutos del estío, se cultivan ventajosamente el trébol y plantas análogas, que ya durante el crecimiento de los cereales dan sombra á la tierra, cubriéndola por completo después de la recolección de aquéllos; mientras que, por otra parte, el campo del que acaban de cosecharse dichas plantas forrajeras ofrece condiciones ópimas para el cultivo de cereales y plantas tuberculosas.

La regla fundamental que debe seguirse en la alternativa de cosechas, es la de escoger cada planta de modo que encuentre las condiciones más favorables en el cultivo que la ha precedido, y deje la tierra en el estado más ventajoso para la planta que ha de seguir. Cuando es posible, se alternan constantemente plantas forrajeras, cereales y plantas tuberculosas, de modo que sólo se sigan inmediatamente dos plantas del mismo grupo, cuando entre recolección y siembra hay tiempo suficiente para restablecer las condiciones necesarias al crecimiento de la segunda, perturbadas por el cultivo de la primera.

Hubo un tiempo en que se clasificaban las plantas cultivables en tres categorías, distinguiendo las que enriquecen la tierra, las que la conservan y las que la apuran ó empobrecen; pero se sabe hoy que todas las plantas de cultivo sustraen de la tierra cierta cantidad de sustancias nutritivas, y que ninguna da más de lo que recibe, y no puede, por lo tanto, enriquecer el terreno. Empero es cierto que una planta deja la tierra en mejor estado para la siembra siguiente que otra, de modo que aquellas distinciones son aplicables en cierta manera á las condiciones físicas de la tierra, ya que no á las nutritivas. También se concedía antes cierta preferencia á productos determinados, respecto de los demás, tratando siempre de asegurar á aquellos las condiciones de crecimiento; los ce-

reales se colocaban en primera línea, porque en regiones de civilización poco desarrollada, sus granos constituían el producto comercial único, ó cuando menos, el más seguro. Hoy ya todas las plantas cultivables tienen valor, y se sabe que es indiferente si el producto puede venderse directamente, ó sólo indirectamente, por ejemplo, en forma de animales cebados, ó convertido en alcohol, azúcar, aceite, etc., en las fábricas correspondientes. Algunas plantas industriales se cultivan sólo en vista de la venta del producto principal; sus partes no vendibles constituyen materias menos importantes que las de los cereales, ó sean la paja y los granzones, que en muchos casos constituyen productos muy apreciados.

CULTIVO DE CEREALES

Los cereales constituyen uno de los alimentos más indispensables, y, además, la primera materia para algunos productos industriales de gran importancia, especialmente la cerveza, el almidón y el alcohol. Con el nombre de *grano* se designan vulgarmente los diversos productos del género con que suele hacerse el pan en diferentes países: el centeno, en el Oriente y Norte de Europa; el trigo, en el Occidente y la Europa central; la avena, en las comarcas montañosas; el maíz en la Europa meridional, América, el Norte de África y gran parte del Asia; el arroz, en el resto de Asia y en Africa; la inmensa mayoría de los habitantes del globo vive de arroz, y el trigo se emplea para hacer pan, mucho más que el centeno y la avena; tienen en este sentido una importancia subordinada el trigo sarraceno y la cebada, si bien la última se emplea principalmente como alimento para el ganado, y en la fabricación de cerveza y alcohol.

Entre los diferentes géneros de cereales, el trigo y el centeno se siembran hace tiempo en otoño y en primavera; pero al principio sólo se sembraban en primavera; también en algunas comarcas se siembra la cebada en primavera, aunque sólo algunas variedades especiales de la misma, y en tiempos recientes ha sucedido lo propio, aunque rara vez, con la avena. Todos los frutos de invierno se siembran en otoño, y, por consiguiente, deben poder soportar el frío de dicha estación; tienen un período de vegetación mucho más largo que los de verano, y producen granos más perfectos y pesados, y, por tanto, cosechas más remuneratorias. En cambio, los llamados *cereales de estío* resisten pocos grados de frío; en tanto que el maíz, el mijo y el trigo sarraceno no pueden sufrir ninguno, y el arroz presupone un clima más bien cálido. Desde el punto de vista agrícola existe entre los cereales una diferencia que conviene notar, cual es que los *cereales de invierno*, como son el trigo, el centeno, la cebada y la avena, se cultivan en secano, en tanto que los *cereales de estío* no pueden cultivarse más que de regadío en la mayor parte de las comarcas de nuestro país.

El trigo (*Titricum*, del latín *tero*, *trivi*, *tritum*, «frotar,» «trillar,» por ser el

único fruto de trilla de los romanos) (fig. 205), se cultiva hasta los 64° de latitud Norte, y, según la situación, hasta 4.000 metros de elevación sobre el mar; como fruto de verano, necesita hasta ciento cuarenta días para llegar á la madurez, y hasta doscientos ochenta como fruto de invierno, y no resiste los fríos extremos (mayores de 30°), ni la mucha humedad. Los terrenos más propicios para el trigo son los de consistencia media y de fondo, más bien arcillosos, cuando se trata de climas cálidos; pero también prospera en tierras arenosas y calizas, ricas en arcilla; necesita un buen abono, á cuyo efecto se recomiendan cenizas y fosfatos, especialmente superfosfatos con abonos azoados, que son los que se prestan á aumentar el rendimiento de todos los cereales. Como no puede prescindir de cierta frescura y compacticidad, es preciso no ahuecar demasiado la tierra. Los mejores cultivos preliminares para el trigo son las plantas tuberculosas y las forrajeras, y también las leguminosas y la colza.

Se cultivan muchas especies diferentes de trigo, siendo las principales: Primera. Trigo común *(Titricum vulgare)*, en dos variedades, una con aristas (trigo candeal), y la otra sin ellas (trigo chamorro), de las que la primera resiste mejor la sequía, mientras que la segunda da un producto más abundante y de mejor harina, cultivándose ambas en toda España, pero principalmente en ambas Castillas.—Segunda. Trigo redondillo, velloso ó macho *(Tr. turgidum)*, que comprende variedades excelentes, aunque más sensibles ó delicadas, generalmente con cañas más fuertes y glumas más gruesas, hallándose, por tanto, menos expuestas á encamarse y al tizón.—Tercera. Trigo redondillo ó lampiño *(Tr. Linaeaum)*, que se cultiva principalmente en Castilla la Vieja y el Nordeste de España.—Cuarta. Trigo duro ó moruno *(Tr. durum)*, con aristas muy largas, que se cría especialmente en Granada, Jaén y Murcia.—Quinta. Trigo fanfarrón velloso *(Tr. fastuosum)*, propio de la España meridional.—Sexta y séptima. Trigos moro y polaco, que tienen una importancia secundaria.—Octava. Espelta, escanda ó escaña mayor ó mocha *(Tr. spelta)*, y la escaña menor ó esprilla *(Tr. monococcum)*, que son especies apropiadas para terrenos ligeros, y que se cultivan allí donde el trigo propiamente dicho no prospera, siendo la esprilla la especie más inferior de trigo que existe. El trigo superior de invierno rinde por hectárea de 1.250 á 2.500 kilogramos de grano, y de 2.000 á 5.000 de paja, y la espelta, de 1.000 á 2.250 de grano y de 1.800 á 5.000 de paja. Como frutos de verano ó tremesinos, las diferentes especies de trigo rinden hasta el 20 por 100 menos de las cifras citadas. El trigo común aristado, sembrado espesamente, produce una paja excelente para trenzar (fabricación de sombreros, etc.).

El centeno *(Secale)* (fig. 206) se cultiva en una sola especie, aunque en diferentes variedades, de la que la más apreciada es el centeno de Rusia, por ser el más resistente y el que rinde mayor producto. En algunos países se cultiva todavía el centeno como planta forrajera, y algunas variedades son capaces de dar primero un buen corte de verde, y después una cosecha regular de grano. Pros-

pera este cereal hasta los 67° de latitud Norte, en Suiza hasta una elevación de 1.600 metros sobre el mar, y en nuestra Sierra Nevada hasta 1.900 metros; resiste el frío y la intemperie mejor que el trigo, pero es todavía más sensible que éste á los excesos de humedad; como fruto de invierno, necesita de doscientos ochenta á doscientos noventa días para madurar, y como fruto de verano, de ciento cuarenta á ciento cincuenta y cuatro días. Sus tierras predilectas son

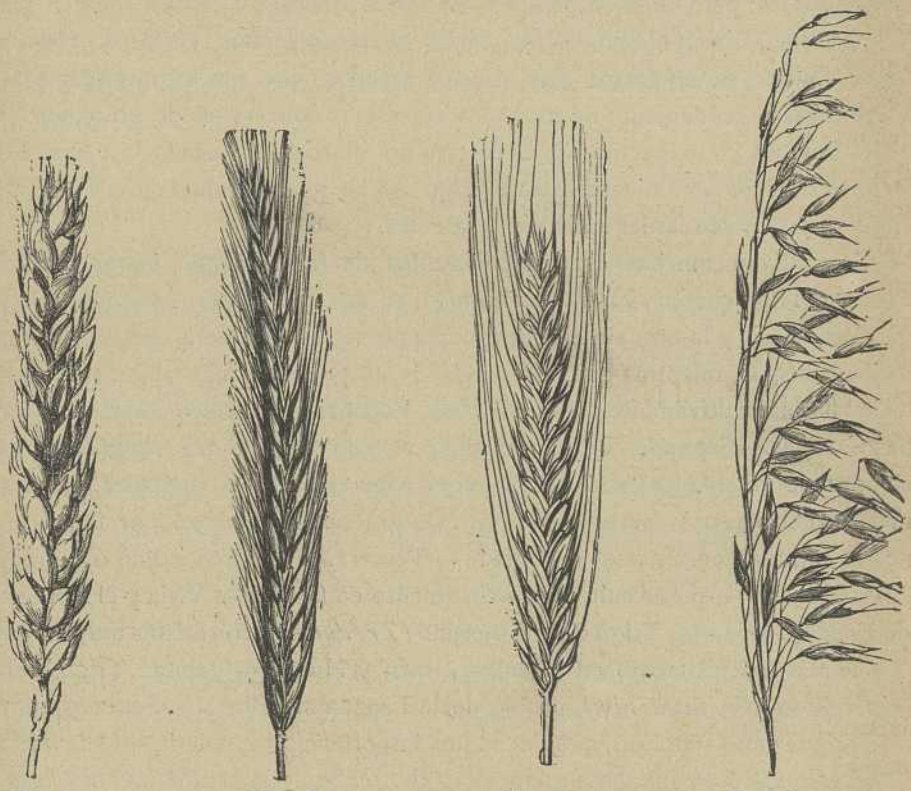


FIG. 205 FIG. 206. FIG. 207. FIG. 208.

Trigo, centeno, cebada y avena.

las sueltas, limpias y frescas, y prospera aun en declives pedregosos. En cuanto á su rendimiento, el centeno va á la zaga del trigo, pues con las variedades comunes se obtienen de 1.000 á 2.400 kilogramos de grano y de 2.000 á 6.000 de paja por hectárea, y del 5 al 20 por 100 más con centeno de Rusia, mientras que como fruto de verano rinde el 20 por 100 menos.

Siémbranse á veces el trigo y el centeno mezclados, pues se ha observado que la siembra de diferentes especies de cereales, mezcladas, asegura un rendimiento mayor; esto se explica teniendo en cuenta que los diferentes estados meteorológicos favorecen siempre más á una ó á otra especie, la cual, creciendo más vigorosamente, protege á las demás, de modo que éstas se reponen más tarde bajo condiciones atmosféricas más ventajosas, y acaban también por prosperar. Por

esto, y en terrenos ligeros, se siembra con ventaja el centeno de verano mezclado con la avena.

La cebada *(Hordeum)* (fig. 207) reclama, bajo todos conceptos, condiciones normales, y ante todo un terreno en el que no predominen con exceso la arcilla ni la arena. Se cultivan diferentes especies, ó sean: Primera. Cebada de otoño *(H. hexastichon)*, bien conocida de los antiguos como planta de invierno; rinde un producto abundante cuando se cultiva en terreno favorable, pero no es á propósito para la fabricación de la cerveza.—Segunda. Cebada común *(H. vulgare)*, buena como alimento del ganado y para hacer pan, siendo la especie que más se cultiva en el Norte.—Y tercera. Cebada ladilla *(H. distichon)*, muy apropiada para la fabricación de cerveza, y de la que, así como de la especie común, se cultivan muchas variedades. Si la cebada reclama un terreno especial, también exige una labranza muy esmerada, madurando en ciento diecinueve á ciento cincuenta y cuatro días; hay una variedad de la cebada común, que es susceptible madurar en sesenta á noventa días, pudiendo cultivarse, por lo tanto, en Islandia y la Siberia septentrional, donde no prospera ninguna otra especie de grano. El rendimiento varía muchísimo, siendo de 1.000 á 3.500 kilogramos de grano, y de 1.500 á 4.000 de paja por hectárea, según la clase. La paja es buena como forraje, pero no las glumas, á causa de las largas aristas.

La avena *(Avena)* (fig. 208) se encuentra en estado silvestre en diferentes partes, particularmente en las costas del mar Báltico, y en diversas especies, unas de las que constituyen malas hierbas, á veces muy molestas, mientras que otras son plantas de prado bastante apreciadas. Se cultivan diferentes variedades de las dos especies, avena común *(A. sativa)*, y avena oriental *(A. orientalis)*, de las que la última requiere mejor terreno que la avena común, y da un producto más abundante, aunque su paja tiene menos valor como forraje y las glumas del fruto son más gruesas. La avena resulta muy remunerativa cuando se cultiva en buen terreno; pero se puede criar con ventaja en las tierras más pobres, siendo de las pocas plantas que se adaptan á casi todas las clases de terreno, prosperando después de los más diversos cultivos, y resultando, en suma, ser uno de los frutos más seguros; por esto tiene una importancia grandísima en algunos países, donde constituye un alimento para el ganado. La avena es una planta septentrional que se cultiva hasta los 67º de latitud Norte, y en Alemania hasta 1.150 metros de elevación, prosperando en campos donde no se pueden criar los demás cereales, y necesitando de ciento á ciento cincuenta días para madurar; rinde de 1.000 á 4.000 kilogramos de grano y de 2.250 á 4.500 de paja por hectárea.

Bajo la influencia de un abono demasiado abundante, y especialmente de un exceso de sustancias vegetales (humus), unido á la falta de minerales, están expuestas todas las especies de cereales á encamarse, es decir, que sus cañas se inclinan contra el suelo y no vuelven á levantarse, sobre todo después de la

lluvia. El orín, el tizón, el cornezuelo, etc., son enfermedades de casi todos los cereales, que deben su origen á diminutos hongos, y que no sólo disminuyen el rendimiento, sino que perjudican la harina, á veces hasta el punto de inutilizarla por completo; el cornezuelo *(Sclerotium clavus)*, que alcanza su mayor desarrollo en el centeno, es venenoso, y su presencia en la harina y consumo consiguiente puede dar lugar á enfermedades peligrosas. Además, los cereales están siempre más ó menos expuestos á los ataques de muchos insectos, ratones, hurones, pájaros y otros animales; los limacos destruyen á veces siembras enteras.

El mijo *(Panicum)* es una gramínea que se cultiva en dos especies, el mijo común y el italiano; prospera más especialmente en la región de la vid, es decir, bajo un clima cálido y seco y en terrenos arenosos, ó arenoso-arcillosos. Reclama una labor esmerada y un buen abono, y rinde entonces, al cabo de unos ciento diez días, hasta 2.400 kilogramos de grano bruto, ó 1.400 de grano mondado, y 4.000 de paja por hectárea.

Del sorgo *(Sorgum)*, se conocen dos especies principales, con muchas variedades, propias ambas de países muy cálidos. El *S. vulgare* se cultiva extensamente en Africa y Asia, y por excepción en el Mediodía de Europa; en Siria, Arabia y la mayor parte de África constituye su grano el alimento diario de la población; pero entre nosotros sólo se destina á forraje. El *S. saccharatum* se cultiva también en el Sur de Europa, no más que como forraje; pero en China, de donde procede, se cría principalmente en vista del azúcar que contiene.

El maíz *(Zea)* (fig. 209) es una planta de la zona cálida, originaria de América; importada por Colón, su cultivo data, en nuestra península, del año 1520, propagándose después á Italia y el Levante. Actualmente se cría, por su grano, en todo el Mediodía de Europa, y para forraje en el centro del continente, distinguiéndose diversas variedades según el color, número, forma y tamaño de los granos. El maíz prospera mejor bajo una temperatura media de 15 á 17°, necesitando de ciento á ciento ochenta días para llegar á la madurez; le conviene un calor seco, pero requiere cierta humedad hasta el desarrollo de las primeras hojas, regándose en nuestro país con mayor ó menor frecuencia; da sombra á la tierra, de modo que ofrece las ventajas de las plantas de escarda, y como se siembra en líneas y reclama labores de escarda, agrega á dichas ventajas las de las plantas tuberculosas; además consiente el abono más fuerte, de modo que su cultivo es un preliminar excelente para el de otras plantas, en especial de los cereales; la tierra en que crece no debe carecer de potasa, cal y ácido fosfórico, y le es muy á propósito además el abono azoado. En la recolección se desprenden primero las mazorcas, tendiéndolas para que se sequen, después de lo cual se desgranan, á cuyo efecto existen máquinas especiales. Los productos consisten, por hectárea, en 2.000 á 7.500 kilogramos de grano limpio, de 6.000 á 8.000 de

paja ó caña, 600 á 800 de hojas y de 1.000 á 2.000 de mazorcas desgranadas. Cortada la planta en estado verde, produce unos 60.000 kilogramos de forraje. Todas las partes del maiz se utilizan; el grano da una harina que se emplea en la preparación de varios alimentos (polenta, etc.), y mezclado con la del centeno ó trigo, en hacer pan; las mazorcas desgranadas constituyen un buen combustible, y las hojas se aplican á en la fabricación del papel, esteras, colmenas y el relleno de colchones, etc., mientras que en estado verde constituye el maíz un



FIG. 209.—Maíz.



FIG. 210.—Arroz.

forraje excelente, que el ganado come también con gusto después de adquirida cierta acidez por su conservación en silos.

El arroz *(Oriza)* (fig. 210) procede de la India, donde, así como en China, constituye el alimento principal de los pueblos, habiéndose propagado desde allí á los países tropicales y la zona templada, desarrollándose con el tiempo, y bajo diferentes climas, gran número de variedades. No es una exageración decir que la mitad de los habitantes del globo se alimenta diariamente con arroz, utilizando además de diversos modos su jugo y su paja; también la cáscara del grano es un excelente alimento para el ganado.

Después de propagado el cultivo del arroz en Persia y Arabia, los sarracenos lo introdujeron en España, y después de la Reconquista aprendieron nuestros antepasados á apreciar su importancia, sosteniéndola desde entonces en las provincias de Murcia y Valencia. Mas aunque el arroz constituye todavía un producto no despreciable de estos antiguos reinos, el desarrollo de su cultivo es muy inferior al que se registra en Italia; no tenemos más de 29.221 hectáreas de te-

rreno destinadas al arroz, que producen unos 268.000 hectolitros, mientras que Italia cuenta 232.091 hectáreas, que rinden unos diez millones de hectolitros al año. Desde principios del siglo XVI, venía llamando dicho cultivo en España la atención de los mercaderes extranjeros, y en 1522 el general Trivulci, natural del Milanesado, lo introdujo en sus posesiones de Zeri y Palu, á orillas de río Tártaro; en 1530 se cultivaba ya tanto arroz en Lombardía, que su importación desde Egipto y otros países disminuyó considerablemente. A fines del siglo, la extensión que habían tomado los campos semipantanosos á consecuencia del excesivo riego que supone el cultivo del arroz, hicieron temer por la salud pública, y las autoridades prohibieron ese cultivo; pero no tardó en modificarse esta disposición, permitiéndose el cultivo á cierta distancia de las poblaciones, y desde entonces se ha extendido por una gran parte de la inmensa cuenca del Po.



Fig. 211.—Siembra del arroz en China.

Durante el invierno y la primavera se ara la tierra dos ó tres veces, dejándola entonces varios días bajo agua; después se da salida á esta, se allana la superficie por medio de palas, se afirma pisándola con los pies, y se procede á sembrar el arroz, ablandado previamente en agua durante ocho ó á quince días. Como la simiente necesita mucha agua para su desarrollo, el campo se vuelve á inundar por espacio de cuatro ó seis días, procurando que el agua no se estanque, sino que corra continuamente, y entonces se deja otra vez la tierra en seco, á fin de que la planta se arraigue y desarrolle hasta cierto punto; las cañas

se elevan, envueltas por las hojas, en cuyo caso se deja correr el agua por el campo hasta fin de Junio ó principio de Julio; después de interrumpir la inundación el tiempo suficiente para poder extirpar las malas hierbas, se inunda por tercera vez, dejando la tierra bajo agua hasta Agosto; por este tiempo empiezan á desarrollarse las panojas con sus espiguillas, y como en esta fase la planta reclama menos humedad, se da salida al agua durante algunos días, volviendo á inundar hasta fin de Septiembre ó principio de Octubre, cuando empieza el madurar; una vez maduro el arroz, se deja secar el terreno y se procede á la sie-

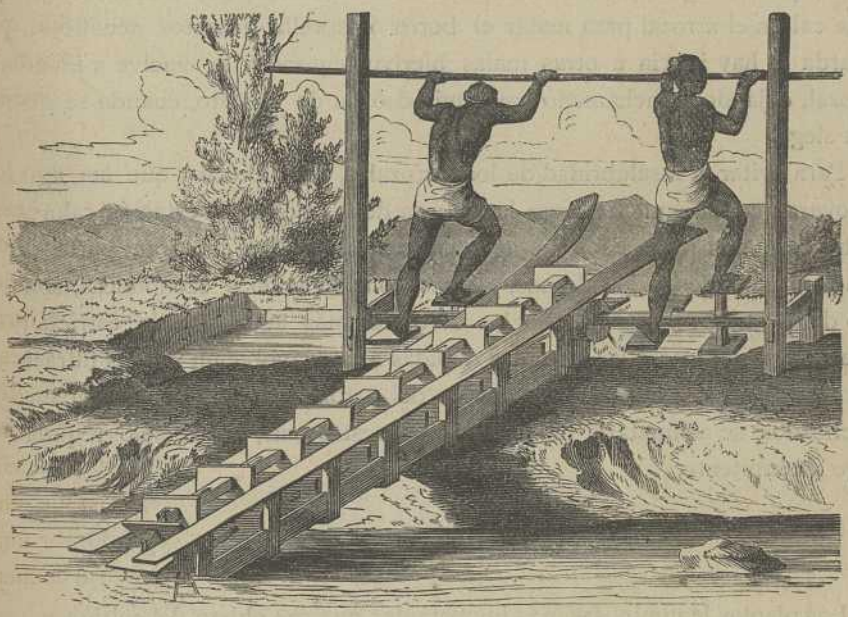


FIG. 212.—Rosario empleado en la India para el riego de los arrozales.

ga, formando pequeñas gavillas que se secan en una era con piso de ladrillo, desde la que pasan después á la era de trillar; por último, se descasca el grano.

En España, donde, según Aragó, existen actualmente 23.384 hectáreas de arrozales en las riberas del Júcar y de sus afluentes, el método de cultivo difiere del seguido en Italia, pues, por regla general, no se siembra el arroz de asiento, sino en almácigas, y luego se transplanta; de este modo se anticipa la cosecha, poniéndola á cubierto de los fuertes vientos, granizos, inundaciones y otros contratiempos que á menudo ocurren á principios de otoño; se practica mejor la escardadura, las espigas resultan mayores, y la fructificación marcha mejor. Las tierras de huerta destinadas á almácigas se someten, después de levantar el trigo, á un cultivo preparatorio, abonando y sembrando de habas, que se siegan verdes para abono en Febrero ó Marzo, procediendo acto continuo á arar la tierra en seco y luego en agua, y á sembrar el arroz á voleo. Durante los primeros veinte días se cubre la almáciga con una ligera capa de agua; después se

deja en seco para que las plantitas arraiguen bien, y una vez conseguido esto, se vuelve á inundar el suelo con la menor cantidad posible de agua. En Mayo, ó á principios de Junio, se verifica el transplante, arrancando las plantitas sin maltratar sus raíces y llevándolas al arrozal propiamente dicho, cuyo terreno, por lo general bajo y pantanoso, se divide en tablas ó eras horizontales, aisladas unas de otras por caballetes de tierra, que sirven de diques de contención de las aguas de riego, y también de vías de comunicación. La tierra se labra y abona con guano, y después de plantadas las matas de arroz, se la cubre con una capa de agua de 20 centímetros durante ocho días. Pasados veinte, se echa cal en el arrozal para matar el borro ó asprella (insectos acuáticos), y se escarda si hay juncia ú otras malas hierbas; entonces se vuelve á inundar el arrozal, dejándolo encharcado hasta mitad ó fin de Agosto, cuando se procede á la siega.

Para evitar la insalubridad de los arrozales, sería preciso que las aguas se renovaran continuamente; pero la penuria de los ríos en la estación calurosa, el hecho de que la renovación del agua entraña el arrastre de gran parte de los principios solubles de los abonos, y otras consideraciones económicas, son motivo de que no se deje entrar en los arrozales más agua que la estrictamente necesaria para reparar las pérdidas debidas á la evaporación y á las filtraciones. Por esto debiera introducirse el cultivo del arroz japonés, que, según ensayos practicados, se aclimataría muy bien en nuestro país, y que sólo requiere un riego intermitente.

CULTIVO DE LEGUMBRES

Las plantas leguminosas más importantes que son objeto del cultivo en grande, son el garbanzo, el guisante, la lenteja, el haba, la arveja y la algarroba.

El garbanzo *(Cicer arietinum)* se encuentra en estado silvestre en el Mediodía de Europa y en Oriente, cultivándose en muchas partes, especialmente en nuestro país, donde constituye la comida habitual de ricos y pobres, y en todo el Norte de África, hasta el Egipto. Aunque se cultiva en casi todas las provincias españolas y terrenos muy diversos, prospera mejor en tierras calcáreas, calientes; el rendimiento suele ser muy variable.

El guisante *(Pisum sativum)*, del que se cultivan diferentes variedades, requiere un terreno suave, calcáreo, suelto, limpio y de cierta frescura, soportando el abono con estiércol y constituyendo, por lo mismo, un buen fruto preliminar para otros cultivos; los abonos fosfatados le son provechosos, pero no conviene el azoado. El guisante necesita de 110 á 140 días para madurar, pudiendo cultivarse hasta los 58 grados de latitud Norte; rinde de 1.000 á 2.000 kilogramos de semillas y hasta 400 de paja.

La lenteja *(Ervum lens)* aguanta los hielos fuertes, se cultiva hasta los 60



Gran invernáculo del Jardín de Aclimatación en París.

grados de latitud septentrional y madura en unos 150 días; pero prospera mejor en suelos ligeros, arenosos más bien que arcillosos, y reclama labores esmeradas y escardas repetidas. El rendimiento es muy eventual, variando entre 600 á 1.800 kilogramos de semilla y 1.000 á 1.400 de paja por hectárea.

El haba *(Vicia faba)* se cultiva en diversas variedades, reclamando para su mejor desarrollo un terreno arcilloso, rico en humus, faltando el cual hay que dar estiércol en abundancia, y además un buen abono mineral y una labor esmerada; se siembra en líneas. Su cultivo es común en la Europa meridional y en Inglaterra, donde se practica la siembra mecánicamente, dejando un espacio de 45 á 50 centímetros entre las líneas; á veces se siembra con las habas una cuarta ó tercera parte de guisantes ó arvejas. El haba rinde hasta 3.000 kilogramos de semilla por hectárea y 5.000 de tallos ó paja que, como la de todas las leguminosas, constituye un buen alimento para el ganado. La arveja *(V. sativa)* es una planta que se cultiva en algunos puntos de España, siendo preferibles para obtener semillas los suelos secos, ventilados y bien expuestos al sol; para forraje, son más á propósito las tierras húmedas y sombrías.

La algarroba *(Ervum monanthos* ó *Vicia monanthos)* es una leguminosa que se cultiva mucho en nuestro país, porque crece con vigor en terrenos arenosos y pobres, sin labor alguna preparatoria, dando buenas cosechas, que constituyen, tanto en paja como en grano, un alimento excelente para los rumiantes y algunas aves.

CULTIVO DE TUBÉRCULOS Y DE RAÍCES

La patata *(Solanum tuberosum)* es originaria de las regiones templadas occidentales de la América meridional, principalmente de Chile y el Perú, después de cuya conquista la introdujeron nuestros antepasados por vez primera en Europa, propagándola desde mediados del siglo XVI en los Países Bajos, Borgoña é Italia. En este país y en el nuestro era ya bien conocida la patata bajo los nombres de *tartufoli* y *papa*, cuando los navegantes ingleses Drake y Raleigh la introdujeron en Irlanda é Inglaterra á fines de dicho siglo, y en Alemania se conocía como rareza bajo el reinado de Carlos V. Desde 1684 se cultivaba en grande en Inglaterra, y desde 1717, en Sajonia; pero en Prusia los reyes Federico Guillermo I y Federico el Grande tuvieron que apelar á medidas de rigor para propagar su cultivo, mientras que, según se cuenta, el Gobierno francés se valió de un ardid original para vencer las preocupaciones de la gente: se plantó con patatas una hectárea del Jardín Botánico de París, y se prohibió, bajo pena de muerte, el tocar al fruto, pero sin tomar precaución alguna para guardar el terreno; el resultado fué, naturalmente, como ya esperaban las autoridades, que las patatas se robaron en masa, apreciándose tanto más por ser fruto prohibido.

Actualmente se cultivan muchísimas variedades de patatas, grandes y pe-

queñas, redondas y ovaladas, de cáscara fina y gruesa, ricas y pobres en almidón, blancas, amarillas, rojas y aun negras; en fin, basta decir que en la Exposición internacional de patatas celebrada en Altenburg (Alemania) en 1875, se hallaban reunidas 2.644 variedades distintas.

A pesar de esta popularidad, digámoslo así, de que goza la patata, no puede decirse que ha contribuído este fruto á mejorar la alimentación de los pueblos, pues contiene muchísimo menos ázoe que las legumbres; su aceptación tan general la debe principalmente á su propiedad de adaptarse á la preparación de toda suerte de manjares, unida á su baratura. Actualmente constituye la patata el material principal para la fabricación del almidón y el alcohol, y ha influído de un modo notable en el desarrollo de una agricultura racional, por cuanto los residuos procedentes de su destilación son un medio valioso para mejorar el alimento del ganado, facilitando la cría de mayor número de cabezas, y, por ende, la producción de más estiércol y cosechas más abundantes. En este sentido, la patata ejerce la misma influencia benéfica de todas las plantas tuberculosas é industriales que determinan un cultivo más racional, y compensan sobradamente, merced á las cosechas más abundantes, la disminución del área ó la superficie dedicada á la producción de sustancias alimenticias para el hombre. Lo propio sucede, en grado todavía mayor, respecto de la remolacha, el tabaco y plantas análogas: donde éstas se cultivan hállase la agricultura más perfecta, los rendimientos son mayores, los cultivadores más inteligentes y la prosperidad más grande, como lo demuestran, en nuestro continente, ciertas comarcas de Bélgica, el Pfalz y otras comarcas renanas, las llanuras de Magdeburgo, etc.

El cultivo de la patata se extiende hasta los 70 grados de latitud Norte; en Alemania hasta la altitud de 1.500 metros, y en los Andes hasta la de 5.000 metros sobre el mar. Las variedades precoces necesitan de 70 á 90 días para madurar, mientras que las más tardías sólo han menester de unos 180 días; la planta requiere ante todo un terreno suelto, caliente y seco, bien abonado, pero no por estiércoles recientes ó frescos, y prospera mejor después del cultivo del trébol y plantas semejantes; en general, crece muy bien en tierras de todas clases nuevamente roturadas, salvo en los terrenos muy húmedos y compactos del grupo arcilloso; en terrenos más ligeros, y con un abono adecuado, puede cultivarse la patata sin interrupción durante años seguidos, recomendándose más especialmente el abono azoado, ó sean dos quintales métricos de nitro de Chile por hectárea. Para la plantación deben escogerse tubérculos sanos, bien maduros, de tamaño mediano y enteros, no siendo recomendable la práctica de sembrar pedazos cortados ó sólo los gérmenes. La planta rinde hasta 40.000 kilogramos de tubérculos por hectárea; los tallos tienen por sí escaso valor y suelen quemarse sobre el terreno á fin de obtener cenizas para el abono. En tiempo húmedo la cosecha puede peligrar merced al desarrollo de la llamada enfermedad de la patata, que se debe á un hongo (*Peronóspera* ó *Phytophthora infestans*

cuyo micelio se fija en hojas, tallos y tubérculos, y que sólo se puede combatir eficazmente mediante la elección cuidadosa de la simiente; los demás medios que se recomiendan, son meros paliativos. Otros azotes temibles para la patata son las larvas del *melolontha*, el grillotalpa, el ratón, y á veces también el jabalí.

La remolacha (*Beta vulgaris*) se cultiva principalmente por su raíz carnosa, distinguiéndose la variedad común que sirve de alimento para el ganado, la remolacha de azúcar (fig. 213), destinada en exclusivo á la fabricación de esta sustancia, y la remolacha fina ó beta, de carne blanda, muy jugosa y color rojo



FIG. 213.—Remolacha de azúcar.

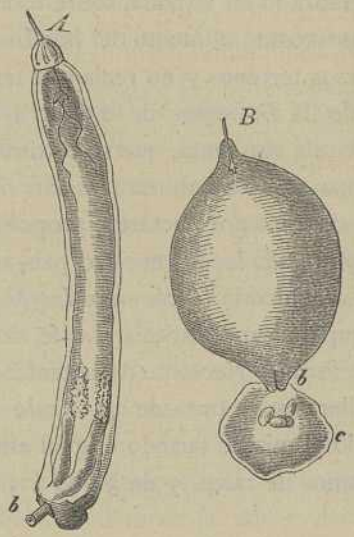


FIG. 214.—Nemátodo parasitario de la remolacha.

oscuro, que se cultiva en las huertas y se come como ensalada. Las dos primeras variedades, que son las que nos interesan en este lugar, y cuyo cultivo en gran escala ha dado en nuestro siglo mucho impulso á la agricultura racional, crecen hasta los 71 grados de latitud Norte, y en el centro de Europa, hasta una altura de 1.500 metros, necesitando de 150 á 180 días para llegar á la madurez, y requieren, en general, un clima templado, húmedo, sin cambios bruscos de temperatura. Reclaman labores profundas y esmeradas del terreno y un abono rico, conviniendo el estiércol para la remolacha común y el abono artificial, ante todo azoado y fosfatado, para la remolacha de azúcar; ésta se siembra siempre en líneas, y ambas requieren, durante el crecimiento, escardas repetidas. El rendimiento de la remolacha común varía entre 30.000 y 60.000 kilogramos, y el de la remolacha de azúcar entre 20.000 y 30.000 por hectárea, utilizándose generalmente las hojas como forraje.

Muchos son los enemigos de la remolacha, temiéndose más especialmente

las larvas de *melolontha* y un gusano microscópico y parasitario, del orden de los nemátodos (*Heterodera Schachtii*), contra el cual, y á pesar de los esfuerzos de hombres de ciencia y cultivadores prácticos, no se ha logrado un remedio radical. La fig. 214, *A*, representa el macho, trescientas veces mayor que el tamaño natural, y la fig. 214, *B*, la hembra, aumentada sesenta veces; en dichos grabados *A* y *B* son la boca, *b* el ano, y en la hembra *c* es el ovario. Esta plaga se desarrolla muy especialmente cuando el cultivo de la remolacha se repite con demasiada frecuencia, y disminuye de una manera considerable el rendimiento.

Los nabos (*Brassica napus* y *B. rapa*) se cultivan extensamente en Inglaterra y otros países del Norte, y el cultivo de la primera especie se halla bastante generalizado en España, sobre todo en las provincias gallegas, sirviendo el fruto tanto como alimento del hombre como del ganado. Las plantas prosperan en diversos terrenos y no reclaman una labor tan esmerada como la remolacha, rindiendo la *B. napus* de 25.000 á 35.000 kilogramos por hectárea. Otra planta de raíz suculenta, que se cultiva en grande en los países septentrionales de Europa, es la zanahoria (*Daucus carota*), que rinde de 30.000 á 70.000 kilogramos de fruto por hectárea, proporcionando un alimento excelente para el hombre y el ganado. En nuestro país sólo se cultiva en las huertas.

La achicoria (*Cichorium Intybus*) se cultiva en grande, tanto por su raíz, que se prepara para sustituir al café, como por sus hojas, que constituyen un excelente forraje. Necesita de setenta á ciento diez días para madurar, se siembra en hileras y se trata de un modo análogo al de la remolacha común, requiriendo el mismo terreno é igual clima que ésta. Rinde de 12.500 á 30.000 kilogramos de raíces y de 3.000 á 5.000 de hojas por hectárea.

CULTIVO DE PLANTAS OLEAGINOSAS

En regiones donde no prospera el olivo, y á pesar del gas del alumbrado y del petróleo, tiene cuenta todavía este cultivo, porque el consumo creciente de aceite en máquinas de todas clases asegura buenos precios para los aceites vegetales. Entre las diferentes plantas oleaginosas da la preferencia el agricultor á las diversas especies de colza, ó sea del género *Brassica*, porque proporcionan la primera recolección, y su paja y vainas tienen para él un valor no despreciable. Se cultivan comúnmente la *Brassica napus oleifera*, que produce las semillas mayores y más ricas en aceite, y la *Br. rapa oleifera*, cuyas semillas son más pequeñas y menos abundantes; de ambas existen diversas variedades, que se cultivan indiferentemente como plantas de verano y de invierno. Las condiciones bajo las cuales prospera mejor la colza, son: un clima templado, pero más bien cálido, campos solanos y bien ventilados (llanuras), tierras ricas, medianamente frescas y compactas, con labores profundas y abonos frescos y activos;

entre los diferentes estiércoles se prefiere para la colza el del ganado lanar, mientras que los mejores abonos accesorios son el guano, el negro animal y el yeso. Como fruto de invierno, la *Brassica napus* alcanza la madurez al cabo de 300 á 350 días, y como fruto de verano en 140 á 180 días; la especie *Brassica rapa* madura más pronto. Los campos donde se siembran estas plantas se preparan mediante el cultivo de las de forrajes, patatas tempranas ó cereales; pero lo mejor es sembrarlas después del barbecho. La labor debe ser esmerada, tanto antes de la siembra como durante el crecimiento; la siembra se verifica en líneas desde primeros de Agosto hasta Septiembre. Según la especie ó variedad se cosechan de 1.000 á 3.500 kilogramos de semilla, 400 á 1.000 de vainas y 1.500 á 5.000 de paja por hectárea. La colza tiene numerosos enemigos en forma de insectos, gusanos, limacos, etc., y las raíces están expuestas á pudrirse.

La adormidera (*Papaver somniferum*) da un aceite comestible excelente; pero sus tallos y hojas sólo sirven como combustible, muy apreciado por cierto, por los panaderos. Se cultivan diversas variedades, algunas de las cuales necesitan ser trilladas para que suelten sus semillas, mientras que las otras tienen cápsulas que se abren al secarse y sólo necesitan ser vaciadas. Se siembra la adormidera en la primavera, y la madurez llega al cabo de 154 á 180 días; la sequedad excesiva del terreno al tiempo de la siembra es tan perjudicial como después la excesiva humedad; durante el crecimiento, la planta resiste bien las heladas ligeras, el calor y la sequía, y reclama un calor seco y una atmósfera tranquila al tiempo de la recolección. Un buen terreno de cebada le conviene mucho, pero prospera también en tierras inferiores, siempre que contengan cal; las labores deben ser muy esmeradas, debiendo cultivarse la adormidera casi con el mismo cuidado que una planta de huerta. Se siembra con preferencia en campos donde se han cultivado plantas bien abonadas, pero también en tierras vírgenes ó sea recién roturadas, conviniéndole como abono el negro animal, el estiércol de ovejas y el guano. Rinde hasta 1.500 kilogramos de semilla y 2.500 de paja por hectárea; los gastos de la labranza son mayores que en el cultivo de la colza, pero en cambio la cosecha se verifica más fácilmente, y, por regla general, el precio de las semillas es mayor. La adormidera está también menos expuesta que la colza á los ataques de insectos; pero sufre los del ratón y los pájaros, así como los efectos de un tiempo frío y muy húmedo.

El cacahuete (*Arachis hypogaea*) es una planta tropical anual, que se cultiva en algunas zonas de la Europa meridional, especialmente en la ribera del Júcar, desde Cullera á Antella; por sus semillas, ricas en aceite y comestibles, ofrece la singularidad de que sus frutos (legumbres de dos semillas con tegumento acorchado) maduran bajo tierra. Después de cavar ésta profundamente en invierno y dejarla expuesta á la acción atmosférica durante Enero, Febrero y Marzo, se riega en Abril, si no llueve, y á fines de mes se siembra el cacahuete

bastante espaciado, abonando al mismo tiempo con guano. Durante la vegetación se dan las escardas convenientes y unos dieciocho riegos, y en Octubre, cuando el fruto está en sazón, se arrancan las matas, dejándolas expuestas al sol durante cinco ó seis días, y luego haciendo caer el fruto sobre un palo ó una tabla puesta de canto. La producción media suele ser de 84 hectolitros por hectárea, pero á veces llega hasta 120; además se obtienen de 80 á 100 haces de hierba, que se venden como forraje. Los principales centros de producción del cacahuete en la ribera del Júcar son Algemesí y Alginet, y sólo en estos dos pueblos se cosechan anualmente más de 260.000 hectolitros. Para la extracción del aceite se muelen las semillas por medio de muelas verticales, y la pasta se pasa á la prensa hidráulica; se obtienen unos 10,5 kilogramos de aceite por cada hectolitro de cacahuete, empleándose el producto en la comida y la perfumería; la pasta prensada se utiliza para cebar el ganado de cerda.

Otras plantas oleaginosas cultivables son la *Camelina sativa* y la *C. dentata*, que prosperan en un clima más bien húmedo, crecen rápidamente, maduran en 102 á 140 días, resisten las heladas, pueden cultivarse en casi todo terreno bien abonado, y producen hasta 1.200 kilogramos de semilla por hectárea. También se cultiva en algunas partes, especialmente en el Mediodía de Rusia, el tornasol (*Helianthus*), cuyas semillas dan un aceite comestible, y que prospera en casi todos los terrenos, aunque mejor en los fuertes. La planta necesita calor, admite cualquier abono, se siembra en hileras, reclama poco cuidado y madura en 160 á 190 días; pero generalmente conviene cosechar antes de la madurez completa, para sustraer las semillas á la avidez de los pájaros. Se recolectan por hectárea hasta 1.400 kilogramos de semillas mondadas, de 650 á 1.000 de hojas y retoños, que constituyen un buen forraje, y de 4.000 á 5.000 de tallos, que sirven de combustible. La importancia de este cultivo se desprende del hecho de que, en 1870, produjo en Rusia más de 80.000 quintales métricos de aceite, rendimiento que desde entonces ha ido aumentando cada año. Las semillas del lino y del cáñamo, de cuyas plantas textiles hablaremos más adelante, dan también aceites muy preciados.

CULTIVO DE PLANTAS SACARINAS

Varias son las plantas que podrían incluirse en este grupo, entre ellas la remolacha, de que hemos tratado ya por corresponder á las raíces carnosas; pero nos limitaremos á algunas consideraciones sucintas acerca de la caña de azúcar, que es, desde luego, la planta sacarina más importante.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una gramínea que se cree originaria del Asia central y de la China meridional, habiendo sido introducida en el Mediodía de Europa por los árabes y las Cruzadas, y transportada á las

regiones tropicales de América poco después del descubrimiento de este continente, y desde las cuales se propagó á otras más templadas del mismo. En China prospera hasta los 30 grados y en la América septentrional hasta los 32 de latitud Norte, mientras que en el hemisferio meridional sólo alcanza los 22 grados de latitud. El cultivo de la caña dulce en España tuvo bastante importancia en tiempos de la dominación árabe, en las provincias de Valencia, Murcia, Granada y Málaga; hoy se halla reducido á los terrenos de vega próximos á la costa de las dos últimas provincias, produciendo sólo las dieciséis fincas existente unos 11.400.000 arrobas de caña, principalmente en Málaga, Motril y Salobreña. Semejante cantidad es insignificante, pues según Casado, podría extenderse con facilidad dicho cultivo á unas 40.000 hectáreas entre Adra y San Roque, y producir 120 millones de arrobas de caña, ó sea, á razón del 8 por 100, 9.600.000 arrobas de azúcar. Como hemos de ocuparnos detenidamente, en el tomo IV de esta obra, del cultivo de la caña y la elaboración del azúcar, nos limitamos en este lugar á las precedentes indicaciones.

CULTIVO DE PLANTAS TEXTILES

El lino (*Linum usitatissimum*) se cultiva desde los tiempos prehistóricos, distinguiéndose hoy dos variedades principales: una con cápsulas seminíferas cerradas, que da relativamente poca semilla y muchas fibras, y otra cuyas cápsulas se abren por sí solas, y cuya corteza fibrosa es más fina, blanca y blanda que la de aquélla. Madura el lino en 70 á 98 días, reclama un calor húmedo, ó alternaciones repetidas de calor y humedad, y prospera mejor en las costas marítimas y las llanuras, aunque también crece en las montañas y, en general, en los terrenos de regadío, y allí donde abundan los meteoros acuosos y el rocío; por esto el mejor lino procede de las provincias rusas del Báltico. Su cultivo se extiende hasta los 62° de latitud septentrional, y hasta la altitud de 2.000 metros sobre el mar, hallándose muy desarrollado, además de en las provincias nombradas, en Bélgica, Irlanda, Francia y el Norte de Alemania. En España alcanzó marcadísima importancia este cultivo á principios del siglo, y á él se dedicaban vastas extensiones de las Castillas, de Aragón y de Granada; pero después ha disminuído considerablemente, y hoy somos tributarios de la Europa Central y septentrional para el abasto de la linaza y del lino. En nuestros tiempos se ha desarrollado extraordinariamente en Nueva Zelanda el cultivo de esta planta y del cáñamo.

El lino reclama del suelo riqueza en álcalis (abonos potásicos) y fosfatos, una tierra suelta y fresca, y una labor de mediana profundidad, no conviniéndole un terreno exclusivamente arcilloso, arenoso ó cálcareo. Prospera mejor como cosecha intercalada, después de otros cultivos esmerados, y los mejores abonos ac-

cesorios son guano, negro animal, ceniza y sales potásicas; tampoco le perjudica el estiércol muy descompuesto. La tierra debe labrarse cuidadosamente, y hallarse libre de malas hierbas. Se siembra en la primavera, á voleo, haciendo la siembra muy espesa, si el objeto es la producción de fibras; después, durante el crecimiento, son precisas escardas repetidas y labores de bina. La planta se halla expuesta á los ataques de varios insectos, que, lo mismo que las malas hierbas y el encamar los tallos, perjudican más ó menos el rendimiento. Las semillas se cosechan cuando todas las cápsulas han tomado un color pardo; las plantas se arrancan, clasificándose según el largo y la finura de sus tallos; se colocan en gavillas á secar y se trillan al cabo de quince días, después de lo cual se vuelve á secar la semilla, mientras que la envoltura cortical que da el material textil, se somete al enriado en agua ó exponiéndola al rocío. Se obtienen de 400 á 1.500 kilogramos de semilla, de 400 á 1.600 de lino y de 200 á 400 de residuos. Un cultivo extenso del lino presupone establecimientos especiales ó fábricas de tejidos, á los que pueda venderse; la elaboración preliminar de este producto, de que trataremos en otra parte de esta obra, es una operación penosa, nada á propósito para el agricultor.

Del cáñamo (*Cannabis sativa*) sólo se cultiva una especie, aunque en diferentes variedades, y sus fibras son más bastas que las del lino, empleándose en hilados y tejidos más ordinarios; pero es una planta sumamente útil, y merced á su olor penetrante aleja de los campos toda clase de insectos dañinos. Se distinguen el cañamo macho y la hembra, ninguna de cuyas variedades resiste á las heladas, necesitando, al contrario, un calor húmedo, si bien prosperan hasta en las costas del Báltico, madurando la planta femenina en noventa á ciento cinco días, y la masculina quince días más temprano. Requieren un terreno suelto, profundo, limpio, húmedo, rico en fosfatos, cal y humus, y crecen también en presencia de humus ácido, siendo muy á propósito para su cultivo las llanuras bajas y húmedas, los fondos de lagunas y marjales desecados. Admite el cáñamo los abonos más ricos, y reclama una labranza esmerada, cultivándose con ventaja después de la avena, la cebada y el trébol, y cosechándose antes de la madurez de la semilla, si se quiere obtener buena fibra. Los productos son, por hectárea, de 400 á 1.600 kilogramos de cáñamo, de 400 á 1.500 de semillas, de 4.000 á 20.000 de estopa y de 3.000 á 12.000 de residuos. En España se da bien el cáñamo en la mayoría de las provincias, como lo prueba la extensión de su cultivo en las de Murcia y Granada, Cuenca y Guadalajara, y en las del reino de Galicia.

CULTIVO DE LAS PLANTAS FORRAJERAS

Son objeto de este cultivo numerosas plantas, ora en los campos de pan llevar, en cuyo caso se establecen prados artificiales, ora en los prados donde algunas veces es el cultivo artificial, y otras natural. Varias de las plantas ya referidas, ó partes de las mismas, se utilizan como forraje, según expusimos oportunamente; no hemos de volver sobre ellas, limitándonos en este lugar á las plantas forrajeras propiamente dichas.

En primer término tenemos las diferentes especies de trébol: el trébol común ó de los prados *(Trifolium pratense)*, el trébol encarnado *(Tr. incarnatum)*, el trébol blanco *(Tr. repens)*, el trébol de montaña *(Tr. montanum)* y el trébol de Suecia ó bastardo *(Tr. hybridum)*, cuyo cultivo no es tan común. Todas estas especies requieren un clima templado y húmedo, libre de agua en exceso y de sequía, terrenos de consistencia media que contienen cal, así como terrenos margosos y calcáreos propiamente dichos, profundamente labrados, frescos, limpios y blandos. Se siembran á veces en los campos de cereales de invierno ó de verano, abonando con yeso, sales potásicas, ceniza, líquidos de los establos, estiércol descompuesto, etc. Salvo el trébol encarnado, que es más pobre en hojas y de tallo más duro, las diferentes especies de esta planta pueden explotarse en un mismo campo durante varios años seguidos, limitándose el cuidado á la eliminación de piedras y de malas hierbas (escardas). Se emplea el trébol como forraje verde ó como heno, en cuyo último caso es preciso secarlo con mucho cuidado; se dan varios cortes en el año, generalmente tres ó cuatro, prefiriéndose para la siembra la semilla que se obtiene de la segunda cosecha; después de la última corta se puede llevar el ganado á pastar en los campos. El trébol común da 75 ó más quintales métricos de heno por hectárea, y el encarnado, hasta 80 quintales de forraje verde.

Las diversas especies de alfalfa *(Medicago)* dan un forraje superior al del trébol y prosperan mejor en las regiones de la vid y del maíz, donde se obtienen de cuatro á seis cortes por año. Todas las especies son perennes, y la alfalfa común *(Med. sativa)* puede reproducirse de doce á quince años en un mismo campo, si bien no suele cultivarse más de cinco seguidos. La mielga *(Medicago falcata)* es bastante común en España en suelos de todas calidades, dando productos más importantes en las tierras frescas que en las de distintas condiciones higrométricas, produciendo un forraje abundante la mayor parte del año. La especie *Med. marina* es bastante frecuente en las arenas movedizas del litoral Mediterráneo y Atlántico, y convendría que nuestros labradores de las costas las cultivaran, en la seguridad de obtener resultados beneficiosos. Respecto á la labor y el abono, podríamos repetir para la alfalfa lo dicho al hablar del

trébol; aquélla da un producto más abundante que éste, pero es mucho más sensible las temperaturas extremas, así como á la humedad y la sequía excesivas, que en general perjudican á todas las plantas forrajeras; tampoco resiste á las heladas. El heno de alfalfa es uno de los forrajes más ricos en sustancias nutritivas; pero todas las plantas de este grupo contienen mucho ázoe, y son peligrosas, especialmente en la primavera, cuando se dan húmedas al ganado, porque producen fácilmente una dilatación anormal del estómago, inconveniente que puede evitarse, sin embargo, mezclando la alfalfa con paja, ó bien secando antes el forraje.

La esparceta ó pipirigallo *(Onobrychis sativa)* es aún mejor como forraje que la alfalfa, pero sólo prospera en terrenos que contienen mucha cal; en cambio, resiste á la sequía y se amolda bien á los terrenos pobres, en que no vegetan la alfalfa y el trébol, aunque el producto no resulta tan abundante; es planta perenne, si bien no crece, por regla general, más de tres á seis años, y es de utilidad grandísima para suplir los pastos naturales en las comarcas en que faltan. La sulla *(H. coronarium)*, que, según parece, se cultivaba en España por los visigodos, es análoga á la esparceta, pero resiste menos que ésta los inviernos crudos.

El trébol oloroso, ó corona de rey *(Melilotus officinalis)*, se cultiva rara vez en grande escala, porque sus tallos resultan demasiado duros y su fuerte olor repugna al ganado. Crece en la mayor parte de las provincias de España y en toda clase de terrenos, especialmente en los arenosos frescos.

El altramuz *(Lupinus)*, que se introdujo en el Norte de Europa en 1820, se cultiva allí, tanto como abono verde, como planta forrajera, y en vista de su semilla comestible; la especie de flor azul prospera en terrenos estériles, mientras que la de flor blanca *(L. albus)*, que se cultiva en corta cantidad en nuestras provincias de Almería, Murcia, Valencia y Cataluña, reclama un terreno de mejor calidad.

Como comprenderá el lector, no cabe reseñar aquí la infinidad de especies botánicas que entran en la categoría de plantas de pasto ó forrajeras; pero debemos mencionar todavía algunas de las que, aparte de las ya referidas, constituy en con más frecuencia en nuestro país los prados naturales y artificiales, sirviéndonos de guía para ello la *Reseña Geográfica y Estadística de España*, recientemente publicada por el Estado.

Entre las gramíneas citaremos: la grama de olor, frecuente en todo el país; el *Phleum pratense*, propio de las tierras frescas, arcillosas y húmedas; diversas especies de *Alopecurus*, especialmente el *A. geniculatus*, cuyo forraje es bueno para el ganado caballar y vacuno, siendo demasiado duro para el lanar, y el *A. agrestis*, que crece en las tierras cultivadas de las regiones septentrional, oriental y central, siendo de mucho alimento para toda clase de ganados; e alpiste *(Phalaris canariensis)*, que es de más utilidad cultivado para forraje que

destinado al aprovechamiento de la semilla: le perjudica la humedad y le favorecen los suelos ligeros y secos. Varias especies de *Agrostis*, de las que la *A. paradoxa* crece en sitios sombríos y proporciona excelente pasto y heno cuando se siega antes que se endurezca; la *A. canina*, que vegeta bien en los suelos secos, siendo su hierba fina y sabrosa, por lo que puede sembrarse con resultado en terrenos áridos para alimentar el ganado lanar, y la *A. flexuosa*, que abunda en las tierras secas y elevadas, se siembra siempre en el otoño y puede pastarse al año siguiente. Lo *Dactylis glomerata*, que retoña con rapidez, permite hasta tres cortes al año y crece en todos los terrenos. Tres especies de poa, especialmente la *Poa pratensis*, que, sembrada sola ó mezclada con otras plantas precoces en terrenos sustanciosos y frescos, alcanza 60 centímetros de altura y produce un forraje de primera calidad. Diversas especies de cañuela *(Festuca)*, que, por más que no sean tan á propósito como las del género *Poa* para los prados de riego, forman por sí solas la base de muchos prados, y unidas á otras plantas gramíneas ó amariposadas, proporcionan excelentes pastos. Las especies del género *Bromus* son de inferior calidad á las del anterior, ó sean las cañuelas, y para que produzcan buenos forrajes reclaman terrenos más frescos y sustanciosos. En cambio el vallico *(Lolium perenne)*, que, al parecer, nunca se siembra en nuestro país y sí mucho en Inglaterra, es una de las gramíneas más excelentes para formar prados, sobre todo en terrenos húmedos, y de las que más y con mejor resultado come el ganado vacuno y lanar.

Además de las leguminosas referidas anteriormente (trébol, alfalfa y pipirigallo), mencionaremos: la *Vicia cracca*, que se cría en España en los terrenos incultos, en particular en los frescos, excepto en los pantanosos, siendo una planta forrajera de las que ofrecen mejores resultados y comiéndola bien toda clase de ganado; varias especies de *Trigonella*, especialmente la alholva (*T. fœnum græcum*), que se cultiva más en particular en las Provincias Vascongadas; el *Lotus corniculatus*, que crece en abundancia en los prados del Manzanares, en Aranjuez y los sitios húmedos de la mayoría de nuestras comarcas, resistiendo bien la humedad y la sequía; el pie de pájaro (*Ornithopus compressus*), cuyo cultivo en las tierras arenosas ofrece excelentes ventajas; y la serradilla (*O. sativus*) que se cultiva en Portugal y otros países, encontrándose en diversas partes de nuestros arenales litorales.

Las gramíneas y leguminosas no son las únicas familias botánicas que comprenden plantas útiles á los animales en nuestros prados naturales; de las salsoláceas, borragíneas, crucíferas, compuestas y otras, hay diversas especies que alternan con aquéllas, pero cuya consideración nos llevaría demasiado lejos.

CULTIVO DE PRADOS

Tiene por objeto el mantenimiento y mejoramiento de los prados naturales, ó bien la formación y el mantenimiento de prados artificiales, en cuyo último caso es necesario en nuestro país el riego. Todo prado natural contiene numerosas especies vegetales; pero el cultivador debe procurar que sólo crezcan las especies más aptas para el ganado, procurando mezclar las gramíneas con trébol y otras plantas de la misma familia; los prados naturales, de aspecto tan risueño con sus variados y brillantes colores, no producen sino un heno de calidad inferior; los artificiales que se abonan y riegan bien, sostienen generalmente corto número de hierbas diferentes. Las plantas perjudiciales á los prados, y que entran en la categoría de las llamadas «hierbas malas,» son bastante numerosas, comprendiendo musgos, juncos, hierbas ácidas, etc.

Un terreno dedicado á prados debe ser permeable, fresco, y rico en sustancias nutritivas, prefiriéndose las tierras arcillosas, margoso-arcillosas y margoso-calcáreas, con un subsuelo medianamente compacto, fácil de labrar y rico en alimentos minerales; los terrenos muy compactos, demasiado bajos, así como los pedregosos, gravosos y arenosos, no son convenientes para prados. El campo debe ser llano ó ligeramente inclinado, y la superficie estar bien allanada, y dispuesta ó situada de manera que pueda regarse con facilidad. Para el riego puede emplearse cualquier agua relativamente templada y rica en sustancias nutritivas, prefiriéndose la que proviene de montes feldespáticos y de localidades habitadas; en una palabra, las que permiten el mantenimiento de los prados sin necesidad de abonos costosos. Allí donde, en virtud de condiciones naturales, el terreno no es perfectamente llano, ó no consiente la penetración del agua en todas sus partes y la salida fácil de la misma, es preciso modificar sus condiciones mediante una labranza parcial ó total; al efecto, se levanta todo el césped, para tenderlo de nuevo después de la labor, ó bien se rotura desde luego la capa de césped, en cuyo caso se procede á la siembra de nuevas plantas herbáceas, una vez revuelta y abonada la tierra.

Respecto del riego, se siguen diversos métodos, distinguiéndose con arreglo á ellos varios sistemas en el cultivo de prados. El método más sencillo de riego y desecación es el que se verifica por medio de zanjas ó caceras abiertas, en las cuales puede detenerse el agua; de este modo el suelo se humedece desde abajo hacia arriba, manteniéndose, por cierto, muy fresco, pero resultando poco abonado por el líquido, razón por la cual es menester recurrir al empleo de abonos mixtos. El método por inundación ó «á manta» supone la posibilidad de cercar todo el campo ó prado con los diques y fosos necesarios, que se disponen de modo que el agua, con las materias que contiene en suspensión, se extienda

sobre la superficie, estancándose ella misma más ó menos tiempo; el légamo se deposita y el suelo se satura de humedad y queda protegido contra el enfriamiento; pero este sistema tiene el inconveniente de que, cuando la vegetación ha alcanzado cierto desarrollo, ya no se puede regar, y además hace demasiado delicadas, ó regala demasiado, digámoslo así, las plantas. Otro método consiste en distribuir y dejar correr sobre la superficie el agua derivada de un arroyo ó acequia á la cabeza de un prado más ó menos inclinado, hallando el líquido su salida natural en el lado inferior ó más bajo del campo; pero las condiciones necesarias para semejante sistema de riego son relativamente raras.

El cultivo de prados artificiales entraña en muchos casos la disposición de obras de riego más ó menos extensas y complicadas, comprendiendo canales y acequias de entrada, distribución y salida bien combinadas, y la distribución adecuada de los terrenos en bancales, gradas, planos inclinados, etc., que permiten el aprovechamiento más igual y completo de las aguas, á las que pueden añadírseles sustancias abonantes, á fin de aumentar su eficacia. Uno de los sistemas artificiales más perfectos es el llamado de «riego desecante,» ideado por *Petersen*, un agricultor del Holstein, y que consiste esencialmente en dotar al terreno, independientemente de su configuración superficial, de un sistema subterráneo de desecación con tubos de arcilla, y superiormente, y en correspondencia con éstos, de obras de riego. De los tubos de desecación parten, hacia arriba, otros tubos, que pueden cerrarse y abrirse por medio de válvulas, y están provistos en su extremidad superior de apéndices de madera que desembocan en los canales de riego. Al dar entrada al agua en dichos canales, la tierra se va saturando; cuando el agua sale por los tubos de desecación, es prueba de que el suelo se halla saturado, y entonces se cierran las válvulas; si al mismo tiempo se corta la entrada al agua, se conserva todavía un buen rato la humedad de las capas inferiores de la tierra, mientras que si se deja libre la entrada al agua, después de cerrados los tubos, se puede lograr también la inundación del campo, ó la saturación más completa de sus capas superficiales. Por el contrario, si se vuelven á abrir las válvulas, se deseca rápidamente el terreno; de modo que por este sistema siempre se tiene en la mano el riego y la desecación parciales ó totales del campo, siendo innecesaria la división costosa del mismo en bancales, gradas, etc., economizándose el agua, y sacando el mejor partido de las sustancias alimenticias contenidas en la tierra y en los abonos. El sistema de Petersen, bastante común en Alemania, supone, naturalmente, terrenos permeables.

Los prados se abonan durante el período de mayor quietud de la vegetación, además de con el agua de riego, con líquidos de los establos, superfosfatos, sales potásicas, cenizas, y el llamado abono mixto: cuanto más se abona, tanto mayor es el rendimiento, alcanzando éste su mayor grado cuando se rocía ó inunda el terreno con líquidos de las alcantarillas ó los pozos negros. El

cuido de los prados se limita al mantenimiento de las obras de irrigación, el allanamiento de los cúmulos formados por los topos, el arranque de matas, la escardadura y el trabajo del rodillo cuando se necesitan sembrar hierbas, y la extirpación de malas hierbas y animales dañinos. Los prados naturales rinden rara vez más de 80 quintales métricos de heno por hectárea; pero los artificiales producen fácilmente hasta 120 quintales.



HORTICULTURA, CULTIVO DE FRUTALES

Y VITICULTURA

Horticultura y jardinería.—Apuntes históricos.—Importancia de la horticultura.—De la huerta.—Plantas que en ella se cultivan.—*Cultivo de frutales.*—Su importancia y defectos.—Del verjel.—Plantación, poda, injerto.—Frutales de España.—*Viticultura.* Datos históricos—Estadística.—De la vid, y en especial de las variedades españolas.—El cultivo: terrenos, abonos, plantación, poda, etc.—Enemigos y enfermedades de la vid.—El *oïdium* y la filoxera.—La vendimia.—*Aclimatación de plantas.*

HORTICULTURA

DESDE muy antiguo los pueblos civilizados han reconocido en mayor ó menor grado la importancia de la horticultura y de la jardinería, ora desde el punto de vista utilitario, ora desde el estético. Los chinos se dedican á tales artes con actividad desde tiempo inmemorial; de las pinturas murales de los antiquísimos monumentos egipcios se desprende que el huerto constituía un anejo predilecto de la casa, en el valle del Nilo; todos hemos oído hablar de los célebres jardines suspendidos, atribuídos á Semíramis, y Homero refiere que los reyes Alcinoo y Laertes trabajaban en sus huertos. Los jardines sagrados que existían en torno de los templos griegos se asemejaban á nuestros par-

ques, y en Atenas lo mismo que en Corinto, los doctos filósofos sostenían sus discusiones en los jardines públicos. En la antigua Roma, la horticultura y la jardinería pasaron por todas sus fases, desde el huerto más modesto hasta el jardín de lujo más extenso de aquellas soberbias casas de campo. Los patios interiores de muchas casas romanas constituían preciosos jardines, en los cuales se reunía la familia; mientras que alrededor de esas célebres *villas* de los magnates se extendían inmensos parques, que comprendían estanques, fuentes monumentales, macizos de flores, bosques y construcciones destinadas á diversos animales

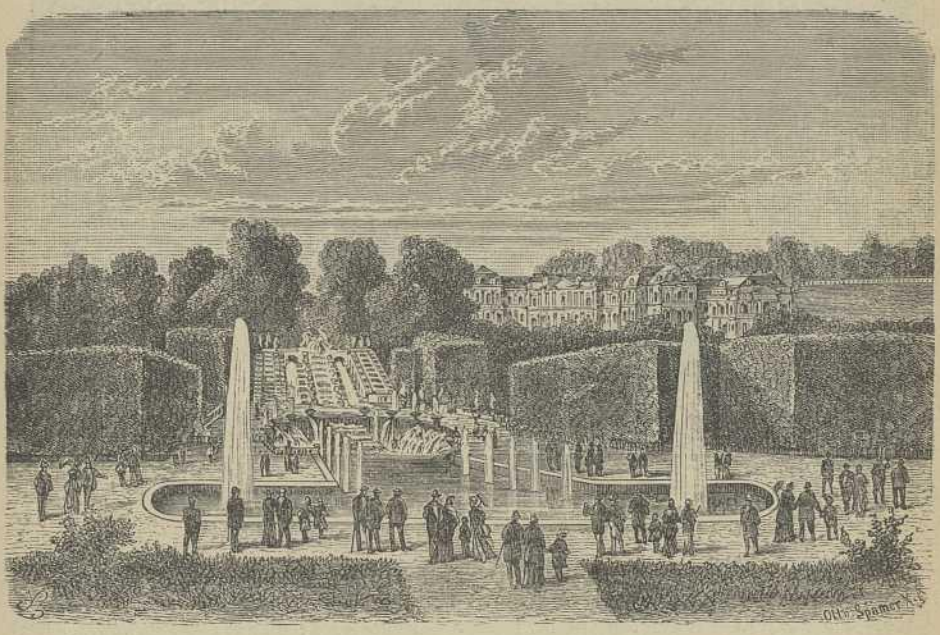


FIG. 215 —Jardines de Saint-Cloud.

exóticos, dispuestos todos con sumo arte. No menos encantadores debieron ser, en nuestra España, los jardines de recreo de los moros, cuyas sombras, digámoslo así, existen todavía en la Alhambra y el Generalife de Granada, y el Alcázar de Sevilla; y podemos formar una idea del desarrollo de las huertas moriscas trayendo á la memoria las extensas y bien combinadas obras de riego que aún se utilizan en parte de nuestras vegas granadinas y de las provincias de Levante.

Con el estudio de los autores clásicos, que señaló la época del Renacimiento, cundió en Italia el afán por emular las grandezas del Imperio caído y olvidado, en la formación de jardines de recreo, y en el siglo XVI los franceses se dedicaron más particularmente á esta jardinería estética, imprimiéndole un sello especial, que mereció el calificativo de estilo ó arte francés, y predominó en el

continente hasta fines del siglo XVIII. Señalábase este estilo por la aplicación exclusiva de formas geométricas, como fundamentales para la disposición de macizos y la distribucion de los paseos intermedios, así como por la poda artificial de los árboles y arbustos, que recibían formas arquitectónicas como pirámides, columnas, vasos, etc. Llevado este estilo hasta la exageración, dió lugar en muchos casos á disposiciones fantásticas y estrafalarias, en contradicción abierta con el buen gusto; pero allí donde se supo poner un límite á tales extravagan-

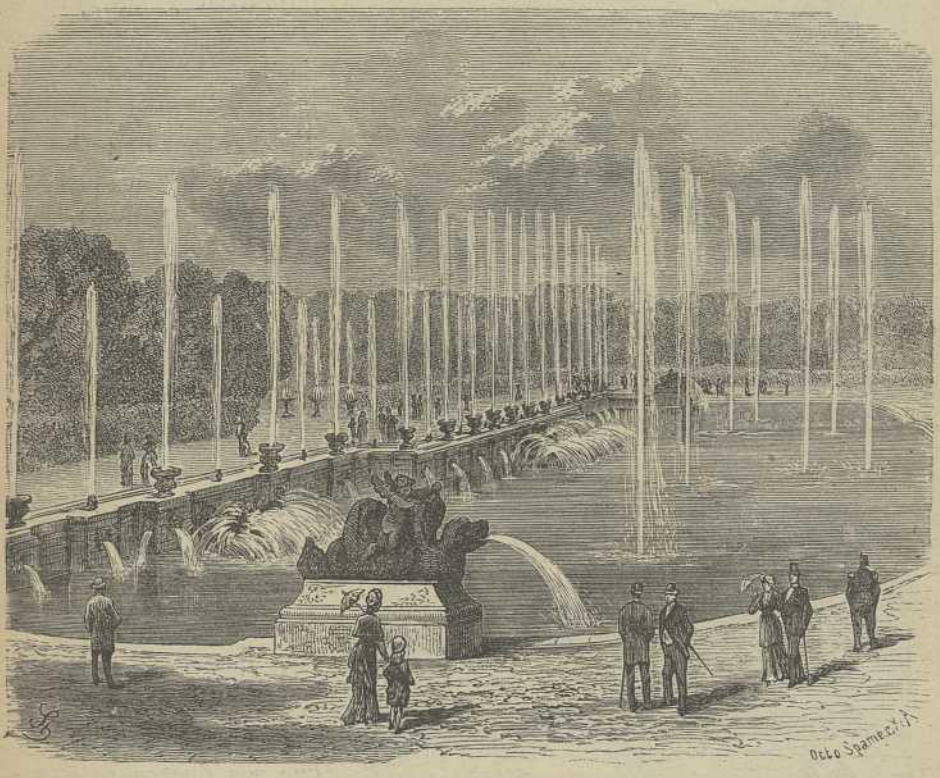


FIG. 216 —Juegos de agua en los jardines de Versailles.

cias, y especialmente donde se introdujeron en el cuadro estanques y fuentes monumentales con juegos de agua, produjéronse en ocasiones efectos hasta grandiosos, como sucedió, por ejemplo, en los magníficos jardines de Saint-Cloud y Versailles, cerca de París (figuras 215 y 216) que hallaron semejanza en nuestro país en los jardines del real sitio de San Ildefonso, mientras que, por otro lado, siguió prevaleciendo entre nosotros el modelo morisco, con los macizos cercados de boj, artificialmente cortados y alternando con el ciprés y el naranjo. En Holanda, donde la jardinería tomó también gran incremento, se desarrolló un estilo basado, al parecer, en la disposición sistemática de los canales en aquel país, resultando series de macizos rectangulares, separados por pa-

seos que se cruzaban en ángulo recto; sistema que halló mucha aceptación en Alemania durante los siglos XVI y XVII, y del que da una idea la fig. 217, reproducción de un grabado antiguo, que representa el jardín de un rico comerciante de Nurenberg. Entretanto lord Bacon en 1624, y sir William Temple en 1685, habían levantado la voz denunciando en diferentes escritos el mal gusto proponderante en la jardinería, y en 1716 el poeta inglés Pope, abundando en las mismas ideas, dispuso su gran jardín de Twickenham de un modo más en armonía con la naturaleza. Este ejemplo halló seguidamente en Inglaterra no pocos imitadores, y pronto se desarrolló el estilo inglés, basado en el principio fundamental de reproducir un paisaje ideal en el espacio más ó menos limitado del jardín; principio que encuentra su aplicación más adecuada y hermosa en los bellísimos parques que se extienden en torno de tantas casas de campo inglesas, y de los que sus dueños se muestran, con razón, tan ufanos. Desde entonces, y especialmente en nuestro siglo, el parque inglés se ha imitado repetidamente en el continente, aunque rara vez se ha logrado hacer justicia al original. Pero la horticultura y la jardinería no tienen tan sólo una importancia estética: si con el jardín propiamente dicho se liga en cierto modo la poesía de la vida de familia, también la economía doméstica se halla íntimamente asociada con la huerta, mientras que desde el punto de vista científico el cultivo de plantas medicinales y la aclimatación en los llamados jardines botánicos tienen un interés innegable.



FIG. 217.—Jardín en Nurenberg (siglo XVI).

El número de plantas que el hombre cultiva para sus fines utilitarios es por sí muy grande, pero resulta pequeño cuando se compara con el de las que constituyen la flora total del globo. Se calculan en unas 2.500 las que se hallan aclimatadas en las huertas europeas. De ellas, 600 especies son plantas nutritivas, de las que 290 dan frutas y semillas comestibles, 120 son hortalizas, 100 producen raíces y tubérculos comestibles, 40 son cereales, unas 20 dan sagú y fécula, y otras tantas azúcar y miel. Se extraen aceites de 30 especies, y bebidas alcohólicas de otras seis. Cultívanse unas 250 plantas venenosas, de las que 66 son narcóticas, mientras que las restantes producen venenos fuertes. El número de las plantas que hallan aplicación en medicina asciende á unas 1.400, y las que se utilizan en diferentes ramas de la industria pasan de 350.

Este cuadro, que dista mucho de ser completo, basta para hacer ver la importancia utilitaria de la horticultura. Aunque el cultivo de muchas de dichas plantas es limitado, porque sus productos sólo encuentran aplicación reducida, otras son nada menos que indispensables para la existencia y el bienestar del hombre, y las diversas especies de legumbres, hortalizas y frutas reclaman desde el primer momento un cuidado más asiduo que los cereales que se crían en medio del campo. Es preciso poner mayor atención en las condiciones del terreno, de la atmósfera, del riego, etc., pues, por regla general, cada planta de por sí produce mucha mayor cantidad de sustancias útiles que las que son objeto de la agricultura propiamente dicha, y reclama, por lo mismo, más alimento y solicitud.

En la disposición de las huertas se cometen, generalmente, muchos errores. Es verdad que la elección del terreno no es siempre libre, sino que el horticultor tiene que tomarlo tal como lo encuentra; pero medios tiene bastantes para mejorarlo, adaptándolo al cultivo especial que trata de emprender. A la preparación esmerada de la tierra debe seguir una disposición conveniente, con arreglo al objeto propuesto. La huerta debe ser en lo posible horizontal, y cuando la configuración del terreno no se presta á ello, conviene desde luego disponerlo en terrados ó anchas gradas. En las regiones templadas y frías, las mejores exposiciones son al Este ó al Sur, y en ciertos casos al Poniente; hacia el Norte, Nordeste y Noroeste hay que resguardar la huerta contra los fríos, mediante un muro ó la plantación de árboles. De todos modos, conviene cercar la huerta, sea por medio de un seto natural ó artificial, ó mediante un muro de mampostería. Un elemento indispensable es el agua en cantidad suficiente, que siempre debe hallarse á mano; la mejor es la que se deriva directamente de un arroyo ó río; la que procede de un manantial inmediato, ó se lleva desde el fondo de un pozo, resulta en muchos casos demasiado fría para la vegetación, y es preciso, antes de utilizarla en el riego, conducirla á una alberca y dejarla allí algún tiempo expuesta al sol, á fin de que se caliente un poco. En la disposición de los

canales de distribución del agua debe procurarse que el riego de toda la huerta, ó la mayor parte posible de la misma, se verifique por la sola acción de la gravedad, circulando el agua naturalmente desde su punto de entrada ó extracción, hacia el lado más bajo del terreno.

Respecto de los diferentes plantas objeto del cultivo en la huerta, deben situarse de manera que las más elevadas no den sombra á las de menor altura: hacia el Norte, por ejemplo, pueden plantarse nogales, castaños, perales, manzanos y frutales análogos; delante de éstos, otros más bajos, y más delante todavía, los arbustos frutales, á los que pueden seguir, por orden de altura descendente, las legumbres y hortalizas hasta concluir con la fresa. Pero es mejor cultivar todas las especies frutales aparte de las legumbres y hortalizas, en terrenos separados.

En toda huerta ha de reservarse un sitio á propósito para la preparación de abonos compuestos ó mixtos. Los viveros libres y cubiertos deben disponerse en sitios abrigados, aunque de fácil acceso, limitando sus dimensiones á fin de que puedan practicarse sin dificultad las operaciones de plantar, escardar y regar á mano; las llamadas camas calientes, cajoneras, etc., desempeñan hoy un papel importante en la horticultura, en especial en las inmediaciones de las grandes ciudades, y consisten sencillamente en sólidos marcos de madera, de corta altura, provistos de tapas acristaladas, inclinadas y movibles, que se colocan sobre el suelo, y dentro de los cuales, y en hoyos de un metro de profundidad, se forman lechos de mantillo y estiércol, á cuyo calor germinan rápidamente las simientes, criándose plantones aptos para ser transplantados en la huerta. La tierra en esta última debe ser profunda, limpia, suelta, fresca, capaz de absorción en alto grado, cálida y fácil de labrar.

No nos es posible entrar aquí en pormenores respecto del cultivo de tantas plantas diversas como las que suelen criarse en las huertas; pero entraremos en algunas consideraciones acerca de las principales.

Una de las hortalizas más comunes y útiles es la col *(Brassica)*, que se cultiva en gran número de especies y variedades, distinguiéndose diferentes categorías ó clases, como *coles de repollo*, que comprenden el repollo blanco propiamente dicho, y diversas coles, como son las de York, de Alemania, de Holanda, etc.; las *coles de Milán*, ó repollos rizados, á las que pertenece, entre otras variedades apreciadas, la col de Bruselas ó col rosita; las coles verdes ó *berzas*, que no repollan y se conocen generalmente con el nombre de coles de invierno; las *coles de raíz carnosa*, ó sean las coles-rábanos y los colinabos, y, por último, las *coliflores* y *brócolis*, que se distinguen por su pella ó cabeza blanca-amarillenta ó diversamente coloreada, constituída por las flores y sus tallitos carnosos y jugosos más ó menos apretados. La col prospera más ó ó menos en todos los terrenos, salvo en los más húmedos y las arenas silíceas puras; pero prefiere las tierras profundas, sustanciosas y frescas, siendo muy

favorables para su cultivo el estiércol del ganado vacuno y los abonos líquidos. Las coles de repollo se siembran en diferentes épocas del año, según las variedades, necesitando las siembras de primavera y estío sombra y un riego copioso; las coles-rábanos y los colinabos son robustos y de cultivo fácil, sembrándose en la primavera ó verano, escardándose y regándose oportunamente; el cultivo de las coliflores y brócolis es algo más difícil en razón de su naturaleza más delicada, y en nuestro país prosperan mejor en las provincias del Este y Mediodía, requiriendo una tierra suelta, bien abonada, riegos copiosos y un aire húmedo, más bien que seco y cálido, y pudiendo sembrarse en el otoño para cosecharse en la primavera, en el invierno ó la primavera para el estío, ó bien en éste para cosecharse en otoño. Tanto los repollos como las coliflores se conservan de diversas maneras durante el invierno en los países del Norte, bien en graneros y cuevas, bien en la huerta misma; pero en España son muy pocas las localidades en las que sea preciso recurrir á semejantes medios, dada la facilidad con que estas hortalizas se pueden producir en todo el año.

La espinaca *(Spinacia olerácea)* es una verdura excelente, cuya introducción en España se atribuye á los árabes, y que se consume en grandes cantidades en la primavera y verano. Su cultivo no ofrece dificultad, reclamando una tierra rica, más bien fresca que seca, y más sombría que descubierta, suelta y limpia, y labrada profundamente. La época común de sembrar las espinacas, de las que se distinguen dos ó tres variedades, es desde Septiembre, cada quince días, hasta principios de Noviembre; á los ocho días nace la planta, y entonces se riega algo más copiosamente, escardando cuando sea necesario y obteniéndose la primera cosecha pasado el invierno.

La lechuga *(Lactuca sativa)*, de la que se distinguen variedades repolludas, largas, y las llamadas romanas ó lechugones, requiere, por regla general, tierras ricas, de fondo y bien mullidas, soportando bien el sol con tal que tenga el pie fresco, aunque no le perjudica algo de sombra en el verano. El cultivo es sencillo, y casi el mismo para todas las variedades, sembrándose en semillero ó de asiento en todas las épocas del año, si bien en invierno requieren una exposición abrigada, ó una cama caliente, siendo las principales Agosto y Septiembre para la cosecha de primavera, y Abril y Mayo para la de verano. La lechuga reclama mucha humedad, y, por consiguiente, riegos abundantes, más frecuentes en los principios y cuando empieza á repollar; las que repollan naturalmente se blanquean por sí mismas; pero las largas y romanas tienen que atarse en tiempo seco, aunque sin apretarlas demasiado.

La escarola y achicoria blancas son plantas del mismo género *(Cichorium)* muy gustosas para ensalada, que se siembran en invierno, en semilleros, cajoneras, etc., para transplantarlas por Abril, ó bien al aire libre cuando el clima lo consiente, pudiendo repetirse las siembras directas al raso desde Mayo á Septiembre. El terreno debe ser ventilado, bueno, perfectamente cavado y abo-

nado con mantillo ó estiércol pasado, y, según la estación, las plantas reclaman en nuestro país riegos más ó menos frecuentes y abundantes.

La zanahoria *(Daucus carota*, fig. 218) se aprecia por su raíz carnosa y suculenta, cultivándose en un sinnúmero de variedades, cortas ó largas, amarillas, blancas ó encarnadas. Las mejores zanahorias se producen en tierras francas y suaves, ó en suelos arenosos ricos y fértiles, si bien en éstos, propensos á desecarse, sólo conviene cultivar las variedades de raíz larga. Las siembras se hacen á voleo, y mejor en líneas, variando la época según el tiempo en que se desea recolectar, pudiéndose tener, con un poco cuidado, zanahorias buenas para comer durante todo el año.



FIG. 218.—Zanahoria.

La batata *(Convolvulus batata)* (fig. 219) es una convolvulácea procedente de los países tropicales, que se ha aclimatado completamente en el Mediodía de España, especialmente en la provincia de Málaga, por cuya razón suele llamarse «patata de Málaga». Se multiplica por simiente, por rama ó estaca y por tubérculos, que es la batata misma; para crecer con lozanía y proporcionar abundantes cosechas y tubérculos ricos en materias nutritivas, exige un terreno fresco, mullido y fértil, bien cavado y dispuesto en eras alomadas; la plantación tiene lugar á fines del invierno, regando ligeramente al principio y de un modo más copioso durante la primavera y hasta que la batata madure, verificándose la recolección por Octubre ó Noviembre.

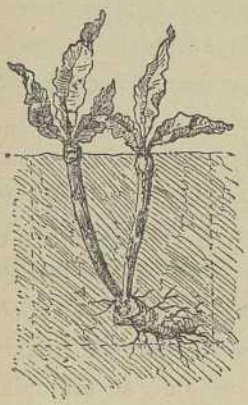


FIG. 219.—Batata.

El espárrago *(Asparagus officinalis*, fig. 220) es una planta de rizoma que procede de Oriente; se encuentra silvestre en las márgenes de los ríos de la Europa central y meridional, y se cultiva mucho y en diversas variedades, en vista del valor y la seguridad del producto, si bien un esparragal no es beneficiable hasta pasados los primeros cuatro ó cinco años. El primer cuidado de este cultivo es procurar buenas semillas, que se siembran generalmente en semillero para transplantar las esparragueras, porque de este modo puede utilizarse durante dos años para otros cultivos el terreno que se destina definitivamente á esparragal. La siembra tiene lugar á voleo ó en líneas, en Octubre ó de Febrero á Marzo, en eras de tierra suelta ó arenosa, que se cubre con una capa ligera de mantillo, si propende á endurecerse, regándose también en casos de sequía,

y escardándose ligera, pero frecuentemente, á fin de extirpar las malas hierbas. En el otoño se cortan los renuevos, y para alimentar el plantío y resguardarlo del frío se cubre con uno ó dos centímetros de mantillo ó estiércol podrido, dejándolo así hasta la primavera. Al cabo de dos años se arrancan las plantitas para ponerlas de asiento, cuidando de no cortar ni romper las raíces. Las plantaciones se verifican en un terreno sustancioso, suelto y limpio de cantos y raíces, cuya preparación se efectúa quitando toda la capa superficial del suelo hasta la profundidad de 40 ó 50 centímetros y reemplazando la tierra sacada por una capa de mantillo ó estiércol bien pasado, de 10 á 12 centímetros de espesor, que se mezcla, mediante una labor, con el subsuelo. Las esparragueras procedentes del semillero se plantan entonces en filas ó hileras equidistantes entre sí unos 50 centímetros, debiendo mediar de 33 á 48 entre las plantas de una misma fila. Concluída la plantación, se cubre todo el cuadro con una capa de 8 á 10 centímetros de buen estiércol de vaca consumido, mezclado con tierra; proceden oportunamente las operaciones de escardar, binar, regar, renovar el estiércol y otras que no podemos detallar aquí, que se repiten todos los años, y pasado el segundo desde la plantación, ó sea el cuarto desde la siembra, se puede proceder á la recolección de los espárragos, que se cortan cuidadosamente con cuchillos especiales, antes que su cabeza asome á la superficie del terreno. Un esparragal en buenas condiciones puede durar de veinte á veinticinco años; por regla general, es necesario renovar las plantas al cabo de quince á veinte. Lo dicho se refiere al cultivo natural, pero pueden forzarse los espárragos como las demás hortalizas, obteniéndose de este modo pingües beneficios, si bien las plantas se agotan más pronto; el cultivo forzado se verifica de diferentes maneras, cuya descripción nos llevaría demasiado lejos.

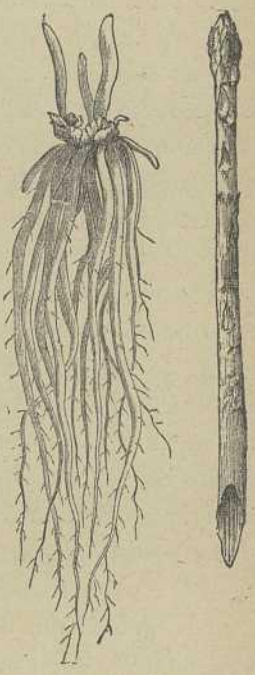


FIG. 220.—Espárrago.

La cebolla *(Allium cepa)* constituye un alimento importante y se cultiva en diferentes variedades, de distintos colores y tamaños. El cultivo es muy sencillo, siendo de notar, sin embargo, que en las localidades frías se siembra la cebolla en semillero, mientras que en las templadas y calientes se siembra de asiento. Otra planta del mismo género es el ajo *(Allium sativum)*, que se multiplica por semilla ó mejor por dientes que componen sus cabezas. No hay producto del cultivo que exija menos gasto y cuidados, ni que rinda más, atendido el gran consumo que se hace de él en nuestro país.

El apio *(Apium graveolens)* se encuentra en estado silvestre en los prados pantanosos del Mediodía de España, cultivándose desde tiempo inmemorial en

las huertas, en ocho ó diez variedades. Requiere esta planta una tierra profunda, rica en mantillo y algo sombría, á la que se transplanta en Junio ó Julio, cuando ha alcanzado en el semillero una altura de 10 á 12 centímetros. Las eras se escardan y riegan abundantemente, y cuando tienen las plantas unos 40 centímetros de alto, se atan para que se blanqueen, aporcándolas ó enterrándolas en parte dos semanas antes de arrancarlas.

El cardo *(Cynara cardunculus)* es un vegetal que se cree originario de Berbería, cultivándose diferentes variedades, que requieren un terreno fértil, profundo y rico en mantillo, reduciéndose los principales cuidados que reclaman, á frecuentes riegos cuando las plantas son jóvenes, y á la limpieza de las malas hierbas. En climas cálidos se siembran los cardos de asiento, pero en los fríos conviene verificar esto en cajoneras ó camas calientes, transplantando después las plantitas. Cuando éstas han alcanzado el desarrollo suficiente, se aporcan para que blanqueen, y adquieren el sabor dulce, que tanto apetecen los consumidores. Otra hortaliza del mismo género es la alcachofa *(Cinara scolymus)*, indígena del Mediodía de Europa, donde su cultivo es muy común y fácil. Existen muchas variedades, pero en España sólo conocen los hortelanos la blanca y la morada. Se multiplican por semilla y de asiento en Marzo y Abril, ó más comúnmente por hijuelos, es decir, los renuevos que proporcionan las plantas viejas. La alcachofa no es exigente en cuanto al clima ni al terreno, prosperando lo mismo en el Norte que en el Mediodía de nuestro país; pero para que dé productos buenos y abundantes reclama una tierra sustanciosa, fresca, más bien fuerte que ligera, riegos oportunos durante la vegetación, y las binas y escardas convenientes para conservar el suelo limpio. Al cabo de tres á cuatro años es preciso renovar las plantas.

A la gran familia botánica de las solanáceas, que comprende la patata, pertenecen tres plantas muy comunes en nuestras huertas: la tomatera *(Solanum lycopersicum)*, la berenjena *(Solanum melongena)* y el pimiento *(Capsicum annuum)* que proceden originariamente de la América tropical, y son, por lo mismo, muy sensibles á los fríos. Son diversas las variedades que se cultivan, sembrándose en invierno en semilleros ó camas calientes y transplantando luego en eras al descampado; y también directamente en estas últimas durante la primavera y el verano. El terreno debe ser de los mejores y más sustanciosos, y durante el curso de la vegetación, sobre todo en verano, es preciso regar frecuente y copiosamente, dar las binas ó escardas necesarias y aporcar también en algunos casos para mantener más fresco el pie de las plantas.

Las *cucurbitáceas* son asimismo plantas de origen tropical, comúnmente representadas en nuestras huertas por la calabaza *(Cucurbita pepo)*, el pepino *(Cucumis sativus)*, el melón *(Cucumis melo)* y la sandía *(Cucumis citrullus)*, que proceden del Asia. La calabaza y el pepino, de los que se conocen muchas variedades, se siembran de asiento desde Marzo á Mayo, cuando no son de temer los fríos,

ó bien en cajoneras ó camas calientes, cuando el clima es menos favorable ó se quiere forzar el fruto. El terreno debe estar bien abonado con estiércol de ganado vacuno, y conviene regar en el curso de la vegetación con agua en que se hayan echado algunos puñados de palomina, por cuyo medio, y mucho riego y calor solar, se obtienen excelentes productos. Los melones y las sandías, cuyas variedades son también muy numerosas, se siembran ó plantan en un terreno de fondo sustancioso, muy cavado y desterronado, y dividido en almantas por regueras paralelas y ligeramente inclinadas, y equidistantes unos tres metros. Se abonan con estiércol, palomina ó excremento humano, se riegan abundantemente cada ocho ó diez días, excepto en la última época, ó sea en el período de madurez, en el que se acostumbra á escasear el riego todo lo posible, y durante el crecimiento se quitan á mano, ó con la hoz, las malas hierbas. La recolección del fruto debe verificarse en días secos, y nunca inmediatamente después de lluvias, porque se pudre entonces con facilidad.

CULTIVO DE FRUTALES

Excepción hecha del naranjo y otros árboles análogos de la familia de las auranciáceas, así como del olivo (y no mentamos la vid por ser objeto, en este libro, de un capítulo aparte), se desconoce, por regla general, en nuestro país, cuando no se niega del todo, la importancia económica de los frutales, cuyo cultivo se descuida de un modo lamentable. En muchísimos puntos hemos tenido ocasión de notar la mala calidad y falta de sazón de las frutas que se exponen á la venta, mientras que en otros no se pueden obtener buenas ni malas, á pesar de las condiciones más favorables que para el cultivo existen en la localidad. Es verdad que contribuyen varios factores, entre ellos la ridícula prevención que tienen nuestros agricultores contra los árboles, y la proverbial falta ó mala condición de las vías de comunicación, á dificultar dicho cultivo y la salida normal de sus productos frescos; mientras que los sobrantes, cuando los hay, suelen mirarse con desdén, considerándose como inútiles, por ignorarse los diversos medios que se ofrecen para aprovecharlos y sacarles una renta no despreciable.

Recordamos á este propósito habernos encontrado, hace algunos años, en una de las estaciones secundarias del ferrocarril entre Cieza y Murcia, llamándonos la atención, mientras que esperábamos el tren, una pila grandísima, compuesta de miles de cajitas ligeras de madera; preguntado el jefe de la estación, nos dijo que poco antes se había presentado en la localidad un comisionista francés contratando el fruto de todos los albaricoqueros, que, empaquetado ya, iba á salir con destino á un fabricante de conservas de París; levantó el jefe con una navaja la tapa de una de esas cajitas, y vimos, en efecto, que contenía doce al

baricoques escogidos y cuidadosamente colocados, de modo que no se rozaran uno contra otro. Y pensamos: ¿por qué, dado lo sencillo del procedimiento, no se desarrolla en Murcia la industria de estas conservas? Sin duda por la misma razón que todas nuestras naranjas agrias se venden á los ingleses, para hacer con ellas una conserva excelente ó «marmelada,» que no sólo se consume en Inglaterra, sino que se exporta á todas partes del mundo civilizado, junto con conservas de frutas de todas clases, que allí se fabrican anualmente por miles de toneladas, ora con productos del país mismo, ora con los de países vecinos, que se importan en grandes cantidades. Dicha razón estriba, en parte, en nuestra carencia de espíritu emprendedor, en nuestra apatía; pero uno de los motivos más poderosos de los que impiden el desarrollo en España de semejante industria, es, sin duda alguna en el precio elevado del azúcar; el hecho lamentable de que, á pesar de tener en casa el cultivo de la caña dulce y de jactarnos de nuestras posesiones ultramarinas, donde se elabora la caña en gran escala, el azúcar nos cuesta mucho más que en Inglaterra, donde los derechos arancelarios de importación son sumamente módicos.

Pero aun el medio mucho más sencillo de hacer valer la fruta sobrante, que consiste en secarla al sol, y al que se prestan higos, peras, manzanas, albaricoques, melocotones, ciruelas, cerezas, etc., no se practica entre nosotros en la medida, ni mucho menos con el esmero que en otros países: por falta del cuidado debido, nuestros higos pasos no son comparables con los de Smirna, que se estiman en todos los mercados europeos; nuestras ciruelas pasas son raquíticas, digámoslo así, al lado de las francesas, y los alemanes nos aventajan grandemente en la materia de secar peras y manzanas, á pesar de tener que hacerlo con calor artificial. Además de la ventaja de poder tener frutas todo el año, las secas ofrecen la de ser un verdadero alimento, comparadas con las frescas, que apenas pueden considerarse como tal. Todas las frutas en estado fresco contienen una cantidad considerable de agua (más del 80 por 100), reduciéndose, por consiguiente, á un mínimum su proporción de sustancias albumíneas, que son las que forman la sangre y la carne. El célebre químico Fresenius, de Wiesbaden, nos enseña que, para producir el mismo efecto nutritivo que con una parte de albúmina libre de agua, es necesario comer

117	partes de	cerezas.	210	partes de	ciruelas comunes.
120	—	uvas.	210	—	melocotones.
120	—	albaricoques.	222	—	grosella en racimo.
161	—	fresas.	227	—	grosella espinosa.
183	—	frambuesas.	254	—	manzanas blancas.
192	—	reineta inglesa.	307	—	mirabelas.
209	—	ciruelas claudias.	385	—	peras comunes.

De modo que tendríamos que comer dos kilogramos de peras, por ejemplo, para asimilarnos una cantidad de albúmina igual á la contenida en un solo huevo

del peso de 50 gramos. En cambio, las frutas secas nos ofrecen dicho alimento en una forma mucho más concentrada, y tienen, por lo tanto, mayor valor nutritivo.

Los defectos más graves y comunes de nuestro cultivo de frutales consisten en la elección de variedades inconvenientes, una plantación mal hecha y un cultivo y abono insuficientes. Cada árbol necesita cierto espacio para su desarrollo normal, y se debe plantar, por lo mismo, á una distancia conveniente de sus vecinos, labrando y abonando el terreno intermedio de vez en cuando; siempre es preferible destinar campos determinados al cultivo exclusivo de frutales, y no criarlos juntos con las hortalizas en las huertas propiamente dichas. En cuanto á la elección de frutales, es preciso tener en cuenta las condiciones climatológicas generales de la zona y las especiales de cada localidad. España es susceptible de producir diversidad de frutas, desde la manzana y la ciruela de los países más septentrionales, hasta la naranja y el dátil de la zona cálida. En Elche, con sus sesenta mil palmeras, tenemos un oasis comparable á los del Sahara. Pero aquí del refrán, que no se deben pedir peras al olmo; pues así como los dátiles de Elche no son comparables á los africanos y del Oriente, ni por el tamaño ni por el sabor, del mismo modo las manzanas, peras, ciruelas, cerezas y otras frutas propias de zonas más frías, criadas al Mediodía de España, nunca son tan sabrosas como las del Centro y Norte de Europa, por más que las igualen ó superen en tamaño y vista.

Tratándose de una siembra de árboles frutales, es conveniente verificarla en almáciga ó vivero, que debe establecerse en sitio resguardado de los vientos fuertes y secos. El terreno más á propósito es el silíceo-arcilloso profundo, ó sea la llamada tierra franca; pero conviene escoger un suelo idéntico al del huerto ó verjel en donde los árboles hayan de trasladarse definitivamente. Como abonos en el vivero pueden emplearse el estiércol de cuadra, aunque no con exceso, las barreduras de calles y caminos, hojas, hierbas y despojos de las huertas, y en determinados casos, los escombros yesosos y salitrosos, cienos, deyecciones humanas, y la sangre y despojos de animales. Además es necesario tener á mano una cantidad suficiente de agua para riegos. Al cabo de uno ó dos años se trasplantan los arbolitos al plantel, ó sea otro cuadro en que se ponen á mayor distancia uno de otro, á fin de facilitar su desarrollo, y después, cuando éste ha alcanzado cierto grado, se procede á la plantación definitiva en los verjeles.

Para establecer uno de éstos, es esencial que la tierra sea buena y profunda; las praderas arcillo-arenosas dan, por lo general, buenos resultados, sobre todo si el terreno es rico en fosfatos y relativamente seco en el fondo ó subsuelo; una capa superficial de césped contribuye á mantener la humedad del suelo. Como tratándose de un verjel algo extenso la labor de desfondo resultaría demasiado dispendiosa, y también innecesaria en muchos casos, se suple abriendo hoyos anchos y profundos para recibir los árboles. Estos hoyos, cuyas dimensiones

varían según la clase del árbol y del terreno, y suelen hacerse de uno á dos metros de diámetro y de 40 á 80 centímetros de profundidad, se distribuyen con regularidad, á intervalos de 6 á 12 metros, formando cuadro, ó sea *á marco real*, ó bien en *tresbolillo*, según cuyo último modo, que es el más á propósito, cada árbol está rodeado por otros seis, colocados en líneas que presentan una inclinación de 60 grados. En el marqueo á *marco real*, cada cuatro árboles constituyen un cuadrado, en tanto que al *tresbolillo* afectan la forma de un rombo. De este modo no se desperdicia terreno y queda el espacio necesario para que los agentes atmosféricos obren su natural y benéfica influencia en la vegetación. Los hoyos se abren algunos meses antes de proceder á la plantación, llenándolos con hojas y desperdicios vegetales, sobre los que conviene verter abonos líquidos; en medio se echa un montoncito de tierra escogida, en el que se planta el arbolito. La traslación de éste desde el plantel es una operación crítica, siempre que al efectuarse se haya desprendido la tierra ó cepellón que envolvía sus raíces; de todas suertes, sea con cepellón ó sin él, debe procederse en la desplantación con sumo cuidado, procurando obtener el mayor número posible de raicillas; al plantar el arbolito debe procurarse que la tierra penetre bien en los intersticios que quedan entre las raíces, y es preciso regar con abundancia. Ulteriormente, y mientras los árboles están llamados á producir buenos frutos, es necesario labrar el verjel de tarde en tarde, y abonarlo con estiércol de cuadra bien repodrido, los líquidos del mismo y superfosfatos. Los sitios, las exposiciones, los climas locales, la naturaleza de las tierras, etc., influyen de una manera notable en el éxito de las plantaciones y sobre las épocas del año en que conviene hacerlas; es fácil comprender que semejante procedimiento, que produce favorables resultados en un clima húmedo, podría ser funesto en nuestras provincias meridionales.

Cuando, dice Aragó, los árboles se hallan colocados en condiciones convenientes, se desarrollan y producen buenos frutos sin necesidad de poda. Si el hombre se contentara con los productos naturales de cada clima, los procedimientos hortícolas se simplificarían considerablemente, porque bastaría plantar los árboles indígenas del país y esperar los frutos; pero como la mayor parte de los frutales se han modificado por el cultivo, si no se les atendiese convenientemente, degenerarían hasta el extremo de no ofrecernos utilidad alguna. De ahí la necesidad del injerto para cambiar y mejorar los productos, y de la poda para dirigir la savia y modificar, por consiguiente, la forma y las dimensiones de aquéllos, á fin de apropiarlos á los diferentes procedimientos de cultivo, determinados por las circunstancias de lugar y clima. Los frutales, pues, pueden armarse como árboles llamados «á todo viento,» dejándoles tomar su desarrollo natural, ó bien pueden someterse á una poda anual; operación muy en su lugar cuando se dispone de un terreno reducido y conviene limitar las dimensiones naturales de los árboles, á fin de transportar sobre la formación de los

frutos lo que la naturaleza daría á la de la madera, consiguiéndose así la producción frutal más abundante con relación á la extensión de la tierra ocupada.

En un árbol sometido á la poda se distinguen dos clases de ramas: las llamadas ramas madres, que constituyen el armazón del árbol, y las ramas secundarias, ó ramillas, que guarnecen á aquéllas en toda su extensión y que deben llevar los frutos. El tratamiento de estas dos clases de ramas es completamente

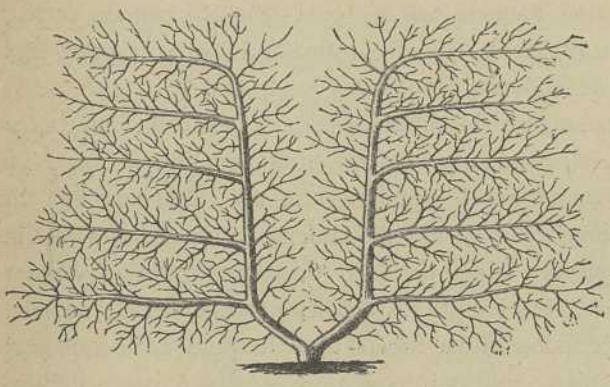


FIG. 221.—Espaldera.

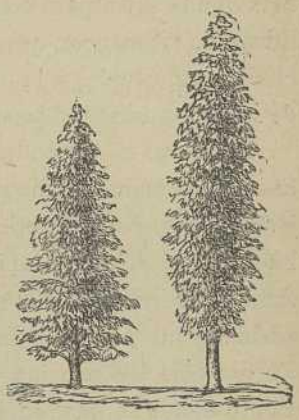


FIG 222.—Pirámide y columna.

diferente, pues mientras conviene dejar que se prolonguen las ramas madres en todo el espacio que el árbol deba ocupar, importa tener las fructíferas tan cortas como sea posible, tanto para que no se perjudiquen recíprocamente, como para que los frutos se hallen muy próximos á las ramas madres, lo que permite que afluya la savia directa y abundantemente. El efecto inmediato y principal que produce la supresión de una rama, ó tan sólo del extremo de un tallo ó brote, es el de hacer refluir en las demás partes de la planta, pero sobre todo en las más próximas, la savia que normalmente estaba destinada á alimentar la parte cortada. Por ejemplo, el corte de la yema terminal de un ramo de peral en plena vegetación, podrá determinar la ramificación de aquel en el mismo año, lo que habitualmente no sucede hasta el siguiente; resultando además que los ojos ó yemas inferiores vienen á desarrollarse en ramas laterales, que reemplazan á la suprimida. Este fenómeno, tan sencillo y tan general, constituye toda la teoría de la poda, en cuyo principio descansa la formación de la copa de los árboles, ó sea de todo el sistema de ramaje. Pero como cada especie de árbol tiene su manera propia de vegetar, en rigor debería haber tantos modos particulares de podar como especies hay sometidas á esta operación. Por ello, y porque el arte de podar sólo se puede aprender practicándolo, nos concretamos aquí á las generalidades sentadas, remitiendo al lector, para más detalles, á tratados especia-

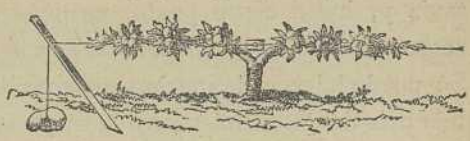


FIG. 223.—Cordón.

les, como el de Aragó, sobre el cultivo de frutales, y ofreciendo, por vía de ilustración, en las figuras 221 á 223, algunos ejemplos de las formas que se consiguen mediante la poda.

Otra operación muy importante de la arboricultura es el injerto, que tiene por objeto unir un vegetal á otro que le sirve de sostén y le suministra la materia de su alimentación, conservando cada uno los caracteres de su especie, por más que la savia pasa constantemente del uno al otro. Las dos plantas se identifican de tal manera, que la una, llamada *patrón,* toma del suelo, con sus raíces, el alimento común, y la otra, *el injerto*, queda destinada á formar la parte alta de la planta mixta, á producir las hojas, las flores y los frutos.

El injerto es un poderoso medio de multiplicación, pues cada ramita, y hasta cada yema de una planta, puede convertirse en un individuo. Con el injerto transforma el horticultor un árbol inútil en otro útil, uno malo en otro bueno, uno viejo en otro joven; conserva indefinidamente las variedades que la siembra no reproduciría; promueve la aclimatación de ciertas especies, y logra adelantar muchos años la fructificación de los árboles procedentes de semilla. En cambio, los árboles injertados viven menos que los que no lo son, y el punto donde se unieron el injerto y el patrón siempre es más ó menos débil y expuesto á troncharse con el viento.

Un injerto eficaz supone que haya contacto íntimo entre ambas partes, debiendo ser éstas jóvenes y vivas; que exista por lo menos un ojo ó yema, en la púa ó injerto; que entre la especie del patrón y la del injerto haya analogía de savia y, hasta cierto punto, analogía de naturaleza, y, por último, que se resguarde el injerto contra la desecación, hasta que se haya soldado al patrón. Se puede injertar de muchas maneras diversas (los tratados especiales describen más de doscientas); pero la mayoría de ellas se practican rara vez, y todas quedan comprendidas bajo los tres métodos llamados injertos *por aproximación,* injertos *de púa* ó *por vástagos,* é injertos *por yemas* ó *por escudete.*

Los injertos por aproximación consisten, como indica el nombre, en unir dos ramas de plantas distintas después de hacer en su epidermis ó corteza los cortes correspondientes para que tenga lugar un contacto íntimo, pero sin separar el injerto de su planta madre hasta que se haya identificado completamente con el patrón. Los injertos de púa se ejecutan utilizando al efecto ramitos ó parte de ellos, que se separan de la planta madre antes de unirlos al patrón; el extremo inferior del ramito se corta en forma de púa, introduciéndose entonces en un corte ó una hendedura correspondiente, practicada en el tallo ó tronco destinado á recibir el injerto. Son muchas las maneras de verificar esta clase de injertos, y nuestras figuras 224 á 227 representan algunas de las más sencillas, sin que, en su vista, sea necesario entrar aquí en más explicaciones. Los injertos por yema, ó por escudete, se practican separando una yema con su respectiva placa decorteza, é implantándola sobre otra planta después de abrir y

separar un poco la corteza de ésta en el punto conveniente. Como los injertos deben quedar fijos sobre el patrón, ínterin se unan con él hay que afianzarlos con ataduras cuidadosamente hechas, ora con tirillas de corteza de sauce ó esparto machacado, ora con hilazas de cáñamo ó tiras de lienzo ó algodón. Además, y para librar á los injertos del contacto perjudicial del aire, se untan exteriormente, las ataduras hechas, con betunes barros ó ungüentos á propósito.

Entre los cuidados que reclaman los árboles frutales se encuentra una guerra sin tregua á los insectos, especialmente á las orugas, cuyos nidos es preciso destruir de la manera más radical que sea posible. En el otoño se raspa, al efecto, la

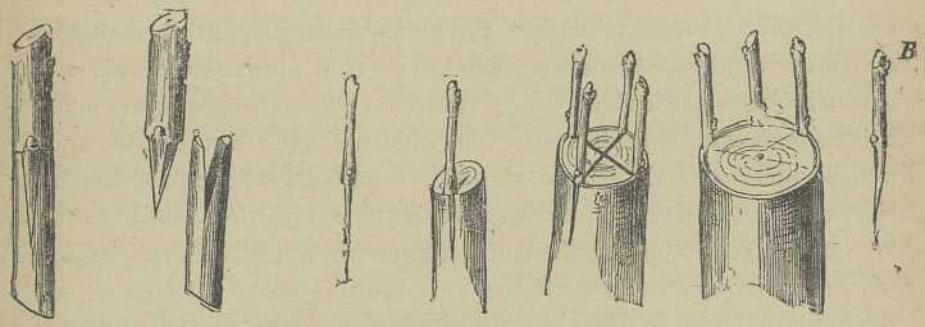


Fig 224. Fig. 225. Fig. 226. Fig. 227.

Varias maneras de injertos de púa.

superficie de la corteza del tronco y ramas principales, y se les embarra con una lechada de cal; más tarde se atan en torno de los troncos, á cierta altura sobre el suelo, tiras ó fajas de papel fuerte impregnado en brea, que impiden la subida de las hormigas y otros insectos; al mismo tiempo se empolvan con azufre los puntos más elevados en que se cree reconocer la existencia de nidos ó huevos de insectos, se limpia el suelo de musgo y se ahueca con la azada, á fin de destruir la cría de los insectos, que no resiste á las heladas.

Los frutales cultivados en nuestra península pueden clasificarse, como lo hace Aragó, en especies de la caña dulce y del naranjo, comprendiendo éste el limonero, cidro, palmera, bananero, chirimoyo, guayabo, algarrobo y algún otro; especies de la zona del olivo, ó sean, además de éste, la higuera, el granado, azufaifo y alfónsigo, y especies de la zona de la vid y de los cereales, que comprenden el albaricoquero, melocotonero, cerezo, ciruelo, manzano, peral, membrillero, níspero, acerolo, almendro, castaño, frambueso, grosellero, etc.

Los árboles de la familia de las auranciáceas, pertenecientes al género *Citrus*, que son indígenas del Asia tropical y se propagaron por cultivo á Europa en tiempos remotos, constituyen una serie de frutales de grandísima importancia económica para nuestras provincias meridionales y del Levante, siendo al mismo tiempo uno de sus más preciosos adornos. Del naranjo *(Citrus aurantium)* se

distinguen muchas variedades de fruto dulce, siendo las principales el naranjo franco ó silvestre, el de Mallorca, el de Portugal ó «naranjo chino», el de Niza y el de Malta, y se conocen otras varias de fruto ágrio, correspondientes á la especie *C. aur. vulgaris*. Otras especies de dicho género son: el limero (*Citrus limeta*); el bergamoto (*C. Bergamia*), tan rico en aceite vo'átil ó esencia de bergamota; el limonero (*C. limonum*), del que se distinguen el ordinario, el de Biquete, el melaroso, el poncil y otros varios; y el cidro (*C. medica Bigaradia*) que es en realidad una variedad del limonero.

El cultivo provechoso de dichas auranciáceas requiere un clima cálido ó templado, unido á cierta humedad atmosférica; tales plantas no viven al aire libre más allá de los 43° de latitud, ni en terrenos expuestos á fuertes vientos del Norte, ó elevados á 400 metros sobre el mar. Los naranjos, dulces y agrios, pueden soportar hasta 2° centígrados bajo cero, por cuya razón pueden cultivarse en sitios menos abrigados que los limoneros y cidros, los cuales perecen bajo la influencia de dicha temperatura; los limeros y bergamotos ocupan, con respecto al clima, un lugar intermedio. En cuanto al suelo, los árboles de que hablamos no son exigentes, pues vegetan con lozanía hasta en terrenos pedregosos y de calidad muy inferior, con tal que se abonen y rieguen con abundancia en verano; pero prefieren un terreno profundo, fresco, sustancioso y suelto. Hechas las labores preparatorias, se puede formar una plantación, bien por siembra directa, bien transplantando los arbolitos obtenidos en almácigas ó por los procedimientos del acodo, renuevo é injerto. Aunque las plantas obtenidas por siembra crecen con lentitud, son más robustas, resisten mejor el frío y resultan más productivas y duraderas; y si se escogen bien las semillas, sembrándolas en tierras fértiles y cuidando las plantas durante su desarrollo, no se necesita recurrir al injerto para mejorar los frutos. El cultivo comprende, además, dos labores en cada año; el abono á fines del invierno con estiércol de cuadra y materias vegetales, y en segundo término los abonos animales más activos; copiosos riegos en estío, ora por sumersión, ora por infiltración; la poda de ramas muertas y tragonas, y en determinados casos, la supresión de frutos, ó, mejor, arrancan flores que tienen un valor comercial. También hay que combatir diferentes insectos nocivos y plantas parásitas, así como enfermedades cuya naturaleza ha sido poco estudiada, y que frecuentemente son consecuencia de un cultivo mal conducido. Los naranjos duran en muy buen estado más de siglo y medio; pero aun después de este término natural, pueden restaurarse rebajando las ramas principales á 50 centímetros del tronco, labrando profundamente y estercolando el terreno. En cuanto á los productos, el naranjo franco ó mallorquín da, en años ordinarios y grandes extensiones de terreno, por término medio, mil frutos por año; pero los naranjos valencianos, que no adquieren tanto desarrollo, suelen producir sólo 500 frutos; sin embargo, se citan muchos casos de árboles aislados que dan de cuatro á seis mil naranjas, y sabemos de uno fenomenal en Alcalá de Gua-

daira (Sevilla) que produjo un año más de veinte mil naranjas, de lo que se levantó acta notarial. Pero se utilizan además las hojas para efectos medicinales, así como las flores, de las que se extrae la esencia de azahar, por lo que constituyen un ramo muy lucrativo del comercio, del que no se saca en España el partido que se debiera; cada naranjo puede dar, por término medio, diez kilogramos de flores, que valen de 50 á 75 céntimos de peseta, precio que en Francia se eleva á 2,50 por kilogramo.

El algarrobo (*Ceratonia silicua*) es objeto de cultivo en gran escala en el litoral de Cataluña, en Castellón, Valencia, Alicante, Almería, Málaga y Mallorca, dando pingües resultados, y considerándolo los valencianos como una verdadera providencia. Se distinguen diversas variedades, como el algarrobo melero, que es el más apreciado, el cacho, el chope, etc. Vegeta en los suelos más áridos y pedregosos, como los extensos secanos del reino de Valencia, que no podrían dar otro producto más beneficioso; pero prospera mucho mejor en los terrenos fértiles de buen fondo y de riego, no cuadrándole, sin embargo, los sitios húmedos y encharcados. Se multiplica por rama desgajada, por estaca, barbado y simiente, y por injerto en sí mismo; después de plantado, bastan para su cultivo en tierras regulares, dos rejas al año, y de los diferentes abonos que pueden emplearse son preferibles la tierra virgen en los terrenos calcáreos y arcillosos, ó bien broza y ramaje enterrados en torno de los troncos; el estiércol y los riegos le aprovechan mucho, cuando se puede disponer de ellos. Puede vivir el algarrobo de ciento á doscientos años, pero está expuesto á un enemigo implacable y tenaz, en forma de un gusano, que barrena su tronco y ramas, y que es preciso perseguir á todo trance. La producción media de este árbol en terrenos pedregosos varía entre 40 y 100 kilogramos de algarrobas á los veinte ó treinta años de edad; en buenas tierras de regadío, rinde anualmente de 200 á 300, y hay árboles, en condiciones excepcionales, que han producido hasta mil kilogramos de fruto. Éste, ó sean las conocidas silícuas ó vainas, constituye un alimento excelente para los ganados vacuno, lanar y de cerda, y se paga en Inglaterra á buen precio; en tiempos de escasez lo come también el hombre, y á veces se emplea en la fabricación de aguardiente.

El olivo es el frutal clásico de la arboricultura mediterránea; y si bien pocas plantas ofrecen un aspecto más triste, son también contadas las que le aventajan en utilidad, y ninguna es más rica en recuerdos, ni ha sido objeto de un culto tan general en tiempos pasados. Consagrado por los antiguos griegos á Pallas Athene, que, según el conocido mito, le hizo brotar de la tierra, se consideraba como símbolo de castidad; una corona de ramas de olivo era la recompensa más codiciada, tanto del ciudadano que había merecido bien de la patria, como del vencedor en los juegos olímpicos; una rama de olivo era también símbolo de paz, significación que todavía le concede el arte en nuestros días. La planta procede probablemente del Oriente, pero hace ya tiempo que se propagó á la cuenca del

Mediterráneo, donde en el Mediodía de nuestra península, así como en Mallorca, Cerdeña y Argelia, se ha selvatizado completamente, pudiendo considerarse hoy como indígena. Además de en dicha cuenca, se halla desarrollado el cultivo del olivo, en numerosas variedades, en las Canarias, el Mediodía de África y el continente americano, y su importancia para España cabe deducirla del hecho de existir unas 900.000 hectáreas de olivares, que pueden producir anualmente más de 1.250.000 he ctolitros de aceite, de un valor total de 125 millones de pesetas.

Propio de los países templados, el olivo no prospera realmente más que donde la temperatura media anual es de 15 á 16 grados centígrados, donde el frío del invierno no pasa de 3 ó 4 grados bajo cero, y en donde el calor del estío no es superior á 40 grados. A los 46 grados de latitud Norte, el olivo brota todavía, florece y se conserva, pero no da fruto; y sensible igualmente al calor excesivo, no se extiende mucho al Sur del Mediterráneo en el continente africano, de nuestro lado del ecuador, reemplazándolo pronto la palmera. Tampoco vive bien, aun bajo el clima más conveniente, en los terrenos bajos y húmedos; pero en todos los demás prueba perfectamente, ya sean montes, ya vertientes, y lo mismo en los campos más pedregosos. La importancia del olivo consiste precisamente en prosperar en los terrenos donde no pueden hacerlo los cultivos anuales, donde los cereales, las leguminosas, los tubérculos y las plantas forrajeras no dan buenos resultados. En su forma silvestre, nuestro olivo (*Olea europæa*) se llama acebuche, y crece espontáneamente en montes y sitios incultos; de las variedades cultivadas mencionaremos el olivo tachuno de Aguilar (Córdoba), el picolín, el negro de Andújar, el negro doncel, muy común en Jaén y Sevilla, el de Arola, el manzanillo ó barrelenco, que se cultiva en muchas partes de España, apreciándose la aceituna para comer, el sevillano ó gordal, propio de Sevilla y Utrera, y conocido por el gran tamaño de su fruto, el olivo real, el morcal, el de cornezuelo, el picudo y el empeltre.

Puede multiplicarse el olivo naturalmente por medio de semilla, método que proporciona pies más vigorosos, que desarrollan mejor su sistema radical, pero que fructifican más tarde; ó artificialmente por medio de estaca, por vástagos ó renuevos, por acodos, ó bien según un método especial muy recomendado en Italia, mediante yemas que se cortan y plantan juntas con la parte de tronco á que están unidas. Hasta los cuatro años de edad se crían los arbolitos en plantel, y entonces se trasplantan definitivamente, en la primavera por regla general. Los cuidados que se tienen con los olivos ya adultos y productivos, consisten, sobre todo, en las labores dadas al suelo que los rodea, en el abono ó estercolado del mismo, y en la poda de los árboles. En Virgilio se lee que el olivo no tiene necesidad de cultivo, error increíble que, por desgracia, se ha propagado de siglo en siglo, resultando lo que con tanta frecuencia se ve, que no producen nuestros olivares sino cosechas miserables y raquíticas: tan irra-

cional como esto sería exigir de un animal mucho trabajo y buenos productos sin alimentarle y cuidarlo convenientemente. Por la misma razón es condenable la práctica de asociar al cultivo del olivo, en los mismos terrenos, el de otras plantas, ora sean frutales, como el granado, la higuera, el almendro ó la vid, ora sean cereales, legumbres ó plantas forrajeras; los productos del uno y de las otras resultan necesariamente mezquinos. El principal enemigo natural del olivo es el frío riguroso; pero se ve atacado por diferentes insectos, como el llamado vulgarmente piojo, que se parece á la cochinilla del nopal, y una carcoma ó polilla que se alimenta de la medula de los brotes tiernos; pero el más temible es la mosca de la aceituna (*Dacus oleæ*), cuya larva se alimenta del fruto hasta no dejar más que la piel y el hueso. Afortunadamente, ya que dicho insecto desafía la persecución humana, existe otro, llamado *cynips*, que es su enemigo encarnizado, y cuya larva devora la del *dacus* sin perjudicar á la aceituna. También son nocivas para el olivo varias especies de musgos que se desarrollan sobre la corteza á favor de la humedad ó la falta de cultivo. En cuanto al producto, el olivo secular de gran tamaño, ocupando cien metros cuadrados de tierra, puede dar de 150 á 600 litros de aceitunas; el de tamaño regular, de 110 á 300 litros, y el olivo bajo, ocupando sólo 25 metros cuadrados de terreno, de 30 á 40, y excepcionalmente hasta cien litros de fruto. Este, ó sea la aceituna, se usa en crudo para comer, después de endulzado por medio del agua y aderezado de diferentes modos, haciéndose gran consumo de las variedades manzanilla y gordal, ó de la Reina. Respecto á la fabricación del aceite, remitimos al lector al tomo V de esta obra.

La higuera (*Ficus carica*) se supone indígena del Oriente, pero hace mucho tiempo que se halla naturalizada por completo en el Mediodía de Europa. Se cultiva en casi todas las provincias españolas, aunque como árbol meridional sólo en los puntos más templados y calientes; en Valencia y la hoya de Málaga, en especial, se encuentran las variedades más sabrosas. Se distinguen, según el fruto, higos blancos, colorados y negros, cultivándose bastantes variedades de las tres clases. La higuera se aviene en todos los terrenos, con tal de que no sean encenagados ni inundados, si bien le gusta que una agua corriente bañe sus raíces, y prefiere los terrenos sueltos, calcáreos, frescos y sustanciosos. Propágase de todos modos, pero la reproducción por semilla no se practica, sino que se plantan estacas ó sierpes. En los primeros años conviene librar á la higuera de la sequedad, ora regando, ora cubriéndola con ramaje; le son convenientes dos rejas cruzadas cada año, aunque cuando alcanza cierta edad puede pasarse sin cultivo; pero si se quiere obtener frutos de buena calidad, es bueno labrar y abonar la tierra. Las higueras comienzan á producir á los tres años, pero su rendimiento no llega al máximum hasta los veinte años; entonces pueden obtenerse, de una hectárea de terreno bien tratado, 4.000 kilogramos de frutos secos.

El granado (*Punica granatum*) es indígena del Norte de Africa, pero se encuentra en estado silvestre, desde tiempo inmemorial, en Grecia, Italia y España, constituyendo una verdadera riqueza agrícola en Valencia, Murcia, Orihuela, Granada y otras comarcas. Se cultivan diversas variedades, que se acomodan en los terrenos algo sustanciosos y de consistencia media; y si bien se desarrolla en suelos muy secos, es necesario el riego para los granados de variedades mejoradas. Plantado en las huertas, el granado se aprovecha de los abonos y riegos dados á los demás árboles y á las hortalizas, y no requiere ningún otro cuidado; su multiplicación se verifica generalmente por plantones y estacas.

Viniendo ahora á los frutales propios de la zona de la vid y de los cereales, tenemos en primer lugar, entre los de hueso, el melocotonero (*Amygdalus pérsica*, ó *Pérsica vulgaris*) que se cree indígena de Persia y se cultiva hoy en Europa en muchísimas variedades. Con arreglo al fruto, se distinguen melocotones de piel vellosa y otros de piel lisa, y en cada una de estas clases hay variedades de carne adherente al hueso, como las llamadas Reina de los verjeles, Admirable amarillo, Teta de Venus, Minona, Magdalena, Sanguíneo admirable, etc., y otras de carne no adherente, á las que se da el nombre de pavías, como la pavía albaricocada, de Bonneuil, pavía albérchigo, anís del Llobregat y las Pomponas. El melocotonero es un árbol meridional que se acomoda á todos los climas de España, con tal de que se escojan para cada comarca las variedades que en ella pueden prosperar y se dé á su cultivo los cuidados que reclama. En la región meridional y central no se cultiva más que á todo viento; pero en el Norte es conveniente plantarlo en espaldera. Se multiplica por siembra ó por injerto, prefiriéndose generalmente este último modo, porque los árboles que se obtienen por la siembra de los huesos tienden á volver al tipo primitivo ó silvestre. En cuanto al terreno, el melocotonero es poco delicado, pero prospera mejor en uno suelto y profundo, con cierta cantidad de elemento calcáreo y que conserve cierta humedad. Para su cultivo en espaldera, la exposición más á propósito de la pared es al Mediodía, debiendo tener de dos á tres metros de alto, y la planta se empaliza ó extiende en forma de V abierta (figura 221) de abanico ú otra análoga. El melocotonero es bastante dispuesto á enfermar, y le perjudican en ocasiones diferentes insectos; males que reclaman la atención del arboricultor.

El albaricoque (*Prunus armeniaca*), que, según parece, procede también del Asia, es objeto de cultivo muy extendido en nuestro país, distinguiéndose bastante número de variedades. Como todos los árboles de fruto de hueso, prefiere los suelos de consistencia un poco caliza, perjudicándole la excesiva humedad; siendo temprana su floración, sus frutos se pierden por los fríos tardíos y las intemperies de la primavera, razón por la cual sólo puede cultivarse en espaldera en el Norte de España. Se multiplica por la siembra de sus huesos ó por

injertos; cuando vegeta en tierras buenas y se cultiva á todo viento, exige muy pocos cuidados, conviniéndole el riego en climas cálidos; se halla expuesto á las heladas tardías, así como á algunas enfermedades é insectos nocivos.

Al mismo género *Prunus* pertenecen los diversos ciruelos, que se cultivan en Europa desde tiempo inmemorial, conociéndose actualmente más de trescientas variedades, que se clasifican en diversos grupos, como ciruelas pasas, que se cultivan principalmente para secarlas, ciruelas claudias, perdigones, mirabelas, de *monsieur*, damascenas, ovóides, etc. El ciruelo se adapta á todas las tierras de buena y mediana calidad, y casi á todas las exposiciones, menos en las comarcas relativamente frías, donde su floración precoz se halla expuesta á los hielos tardíos. Se propaga por siembra, por los retoños que salen de sus raíces ó por injerto, y es uno de los frutales más fáciles de cultivar, exigiendo muy poca atención; sin embargo, precisa regarlo en los huertos meridionales y es bueno abonar la tierra que rodea el pie, socorriendo además la planta en sus diversas enfermedades y combatiendo los insectos que la perjudican. En cuanto al fruto, diferentes variedades pueden secarse al sol ó en hornos á propósito, operación sencillísima que en otros países da un pingüe producto, y en España se suele desperdiciar; el valor de las ciruelas pasas que se exportan anualmente de Francia, por ejemplo, se eleva á millones de francos, mientras que nuestros labradores dejan perderse debajo del árbol tan preciado producto.

Nuestros cerezos y guindos de fruto dulce proceden todos del cerezo silvestre (*Cerasus avium*) natural de Europa, así como los de fruto ácido derivan del *C. acida*, originario del Cáucaso. Se cultivan muchas variedades que se distinguen por el color y la consistencia de la pulpa de su fruto; requieren climas y aires frescos, siendo entre todos los frutales de hueso los que más al Norte prosperan, y se acomodan en todos los terrenos y exposiciones. Se obtienen de semillas, injertándose luego los pies; pero el cultivo propiamente dicho no ofrece nada de particular. El fruto, además de comerse fresco, seco y en conserva, se emplea también en la destilación de varios licores, al paso que la madera del tronco es estimada por los ebanistas.

El almendro (*Amygdalis communis*), que parece ser indígena del Oriente y del Norte de Africa, se cultiva en diversas variedades dulces y amargas en todos los países del Mediterráneo, siendo notable por la facilidad con que se cría, lo bien que resiste las sequías continuadas, y por la abundancia y valor de su fruto. Después del olivo, es uno de los árboles más preciosos de la agricultura meridional. Es el más precoz de todos los frutales, y en muchos casos se pierde la cosecha por un hielo tardío; vive en todos los terrenos, prefiriendo los sueltos, cascajosos y calizos; se propaga por semilla ó por injerto, y su cultivo reclama pocos cuidados; con ser pariente próximo del melocotonero, es mucho más robusto que éste, hallándose rara vez enfermo ó expuesto á los ataques de insectos. Además de los usos más comunes á que se aplican las almen-

dras, extráese de ellas un aceite que es objeto de un comercio importante.

Entre los frutales de pepita diremos algo del membrillo, manzano y peral. El primero *(Cydonia vulgaris)* se supone indígena de la isla de Creta: se encuentra silvestre en la cuenca alta del Danubio, y se cultiva en muchas partes y en diferentes variedades. Prospera en casi todos los climas españoles, con tal de que no sobrevengan hielos tardíos; y aunque se acomoda á muchos terrenos, prefiere los de consistencia media, sustanciosos y frescos. Se multiplica comúnmente por acodo, estaca ó sierpe, y se cultiva con entera libertad, sin cuidado alguno. El manzano *(Pyrus Malus)* se cultiva en multitud de variedades, en cuya nomenclatura no podemos detenernos; y aunque crece en todas nuestras provincias, su fruto es más abundante y sabroso en las comarcas húmedas y frescas del Norte. Es poco exigente respecto á los terrenos, si bien no prospera en los exclusivamente calizos y arenosos, aprovechándole más los areno-arcillosos sueltos y profundos. Se multiplica por semilla, injertándose después, y, en España, se cultiva siempre á todo viento, reduciéndose los cuidados á una poda ligera y á combatir las enfermedades, insectos y vegetales parásitos. El cultivo de ciertas variedades del manzano que no son aprovechables para comer, tiene mucha importancia en Asturias y las Provincias Vascongadas para la elaboración de la sidra, bebida sana y refrescante que reemplaza allí al vino. En otros países europeos se aprovecha gran parte de la cosecha de manzanas para secarlas, después de divididas, comiéndose estas pasas en invierno en forma de compota. El peral *(Pyrus communis)* se encuentra silvestre en nuestros montes, y se cultiva en muchísimas variedades, que los pomólogos hacen ascender á más de tres mil. Es un árbol rústico en nuestros climas, acomodándose al cultivo á todo viento, pues sólo ciertas variedades necesitan cultivarse en espaldera en las comarcas más frías; más meridional que el manzano, teme más el frío que el calor, y podría producir en el Mediodía de España frutos superiores, si su cultivo no se hallara tan descuidado. Se propaga por semilla y por injerto, y á menos que se le quiera dar formas artificiales podándolo anualmente para mejorar el fruto, no exige apenas cuidado alguno, pues siendo un árbol vigoroso, está poco sujeto á enfermedades, perjudicándole también menos que al manzano los hongos parásitos y los insectos. También en el extranjero se secan varias clases de peras, que dan después una compota excelente, elaborándose con otras una especie de sidra.

VITICULTURA

Pocas plantas tienen una historia más remota que la vid, ni han sido objeto en todos tiempos de mayor atención de parte del hombre. La patria originaria de la vid fué, sin duda, el Asia, probablemente las regiones vecinas al Cáucaso, donde hoy todavía florece la planta en estado silvestre con la mayor lozanía.

Según el mito griego, la patria de la vid fué el monte indio Nysa (Hindukusch), donde nació Dionysos (Baco), el dios del vino; y la tradición de Noé, quién no parece que fuera aficionado á beber agua, demuestra que la viticultura se practicaba ya en Oriente en tiempos remotísimos. Las expediciones de Baco señalan alegóricamente la propagación de la vid de Oriente á Occidente, por Arabia, Egipto y Libia hasta Grecia; desde aquí, más tarde, á Italia, y, por último, mediante los focios, á Iberia y la Galia. El culto de Baco simbolizaba la importancia de la viticultura y sobresalía en las orgías llamadas *dionisiacas* por los griegos y *bacanales* por los romanos.

Los datos históricos indican á los fenicios como el pueblo viticultor más antiguo y que llevó la vid al archipiélago griego; los cartagineses elaboraban vinos finos quinientos cincuenta años antes de nuestra Era; Herodoto y Teofrasto hablan de la viticultura en Egipto, donde hace ya tiempo que no existe, y Estrabón nos da noticias análogas respecto á Berbería, mientras que en la antigua Persia eran celebrados los vinos de Chalybon, la Bactriana y otros. Los vinos de la antigua Grecia eran renombrados, no menos que los de Campania, en Italia; Catón el Viejo conocía ocho variedades de uva, y ya en tiempos de Columela y Plinio se cultivaban unas cincuenta; César regaló de una vez á la ciudad de Roma 44.000 pipas ó toneles de vino de Falerno y de Chíos, y Hortensio tenía en sus bodegas nada menos que 10.000 pipas de este vino tan estimado. Los focios habían llevado la vid á nuestra península y á la Galia (Francia) seiscientos años antes de nuestra Era, y César se encontró en la *Gallia Narbonensis* con una viticultura bastante desarrollada, al paso que Aureliano y los Antoninos introdujeron la vid en la Côte-d'Or, y Estrabón señala ya á los galos como inventores de los toneles ó pipas de madera. Carlomagno poseía viñedos en Burgundia y propagó las célebre cepas de este país á las comarcas renanas. El regalo de 30 pipas de Chambertin que, en el año 1235, hizo al papa Gregorio IX el abate de Citeaux, le valió el birrete cardenalicio; y con el vino natural (esto es, no espumoso) de Champagne, según refiere la crónica, embriagáronse diariamente, durante un mes entero, el emperador alemán Wenceslao y su corte, cuando visitaron en Reims (1397) al rey Carlos VI. Desde entonces ha sido objeto la viticultura en Francia de una atención preferente, como lo fué y sigue siendo asimismo en las comarcas alemanas del Mosela y del Rhin. Merece notarse la circunstancia de que, mientras la fundación, digámoslo así, de la viticultura alemana (que data del año 280 de nuestra Era) se debe á las legiones hispánicas y gálicas, una de las variedades más apreciadas de la vid, esto es, el llamado *Pedro Jiménez;* fué introducida en Málaga desde el Rhin, en el siglo XVI, por el viticultor alemán Pedro Simón, y los vinos de Canarias proceden de cepas renanas, introducidas por Carlos V. Pero ya en tiempos de Plinio los romanos importaban en Italia muchos vinos españoles, y posteriormente algunos de nuestros caldos, como el Jerez, gozaban de fama merecida en el extranjero.

especialmente en Inglaterra; lo propio sucedía ya en la Edad Media con los mejores vinos portugueses y de la isla de Madera. En cuanto á la viticultura austro-húngara, Virgilio cantó los vinos tiroleses como bebida predilecta del emperador Augusto, y el *tokay* húngaro se apreciaba ya en el siglo XV. La viticultura se introdujo en el Cabo de Buena Esperanza el año 1685; pero en el Norte-América sólo data de unos cincuenta años á esta parte, á pesar de que los primeros descubridores de dicho continente, ó sea los normanos (siglo XI), hallaron uvas maduras en aquellas selvas.

Actualmente, esto es, en 1880, según la estadística formada por Babo y Mach, el terreno destinado en los diferentes países europeos al cultivo de la vid, y su producción anual de vinos, pueden expresarse como sigue:

PAÍSES	VIÑEDOS — *Hectáreas.*	PRODUCCIÓN — *Hectolitros.*
Francia	2.099.923	34 189.000
Italia	1.870.109	27.136.534
España	1.408.704	19.800.000
Hungría	425.314	10.327.350
Portugal	—	5.000.000
Austria	181.920	3.795.000
Alemania	127.000	3 600.000
Rusia	133.383	2.000.000
Grecia	123.739	1.500.000
Suiza	30.500	1.280.000
Turquía europea	—	1.000.000
Rumanía	—	661.874
Servia	—	500.000

Agregando á estos datos otros aproximados, relativos á países como los Principados Danubianos é islas del Mediterráneo, no comprendidos en el estado anterior, la producción anual de vinos en Europa se eleva á unos 135 millones de hectolitros. Después de nuestro continente, la América septentrional es el país vinicultor más importante, y no está lejos el tiempo en que los Estados Unidos empezarán á hacernos una competencia seria; en 1880 tenían ya 73.541 hectáreas de viñedos y producían un millón de hectolitros de vino, correspondiendo la cuarta parte á California, cuyo Estado realiza anualmente notables progresos en el cultivo de la vid.

Además de sus vinos, las islas Jónicas, Grecia, España, Portugal, Francia y Turquía producen cantidades considerables de pasas, que son objeto de un comercio importante; Grecia exportó en 1887 nada menos que 87 millones de kilogramos de corintos, pasas de pequeño tamaño procedentes de una variedad especial de uva, propia de aquel país y las islas Jónicas. De España y otros países meridionales se exportan también cantidades respetables de uva fresca á los del Norte de Europa.

La vid pertenece á la familia botánica de las Ampelídeas, y de ella se conocen diversas especies, siendo la más apreciada la vid del vino (*Vitis vinifera*) (fig. 228) de nuestro hemisferio; en América se encuentran otras especies, como *Vitis riparia*, *cordifolia æstivalis*, etc., de las que se cultivan allí muchas variedades, importándose en Europa la riparia para reconstituir los viñedos devastados por la filoxera. De la *Vitis vinifera* se distinguen nada menos que 1.600 variedades, y de otras especies más de 1.000, cuya clasificación y descripción constituye la ciencia llamada ampelografía. Entre las variedades más estimadas y cultivadas en España, debemos mencionar: la llamada *Pedro Jiménez*, en Sanlúcar y Jerez, y *Pero Jimen*, en Málaga, que fué importada á Andalucía dos siglos hace por el alemán Pedro Simón; la dicha *palomino*, en Jerez, *temprano*, en Málaga, y *listán*, en Sanlúcar, muy común en los viñedos andaluces; el *moscatel* y sus subvariedades, tan estimadas por sus mostos finos, así como por sus pasas; la *tintilla* ó *garnacha* de Tarragona; diferentes variedades, llamadas *tintoreros*, de sumo interés para la fabricación de vinos tintos; otras nombradas *mantuos*, tan apreciadas en Valdepeñas; y las denominadas *macabeo*, *pinuelo*, *jaenes* y *albillos*. Además, se cultivan diferentes variedades de vid bastas ó groseras, á cuyo pormenor no podemos descender, y que, según Castellet, debieran sustituirse por las más finas arriba expresadas.



Fig. 228.—La vid.

En efecto; la base de un buen vino es la buena calidad de la cepa, y una de las causas principales de la mala calidad de nuestros caldos ordinarios es la inferioridad de muchísimas variedades de vid que tantos cosecheros se empeñan en conservar, á pesar de los vinos acuosos, débiles é ingratos que dan. La mayor superficie de nuestros viñedos, generalmente hablando, se halla poblada por vides groseras y pobres en azúcar, quedando reducido el cultivo de las cepas finas y más azucaradas; además, muchas viñas comprenden seis, ocho, doce ó

más vidueños distintos, cuya mayor parte son groseros y sazonan sus racimos en épocas variadas, y no es posible que prosperen perfectamente en un mismo terreno; de semejante confusión de vides y mostos, vicio culminante de la viticultura española, resultan á la fuerza malos productos, y no se mejorarán hasta que gran parte de nuestros cosecheros salgan de su rutina secular y obren con arreglo á los principios prácticos de la ciencia.

La vid prospera en terrenos muy diversos, mientras le sean favorables las influencias climatológicas y se cultive convenientemente; su poca delicadeza en cuanto á la naturaleza del suelo ha dado lugar á que su cultivo se extienda de una manera extraordinaria; pero en la calidad de su fruto influyen poderosamente varias circunstancias, como la variedad de la cepa, su exposición, la especie y cantidad de los abonos, los accidentes atmosféricos, la época de la vendimia, etc.; de modo que, según los casos, se obtienen vinos de calidades muy distintas.

No es posible aún clasificar las zonas y los terrenos vinícolas de la península, porque no están reunidos los datos para ello; pero no cabe duda de que, dada la capacidad de la vid para fructificar en nuestro país en tierras muy áridas, muchas de éstas que hoy yacen incultas ó se destinan á cultivos de escaso interés, podrían producir grandes cantidades de buenos vinos que rindieran notables beneficios á los cosecheros. Además, si se conocieran bien la climatología y la composición química de nuestro territorio vinícola, se podrían mejorar desde luego muchos viñedos existentes, introduciendo en ellos las variedades de vides que en otros puntos de condiciones geologo-climatológicas análogas producen vinos excelentes y celebrados.

Según Castellet, en Jerez, Trebujena, Sanlúcar de Barrameda, Rota y otros puntos de Andalucía donde se producen vinos muy exquisitos y apreciados, se distinguen cuatro clases de terrenos principales, conocidos bajo los nombres de *albarizas, barros, arenas* y *bugeos*. El terreno de primera clase se compone de 68 por 100 de carbonato de cal, 24 de alúmina, 6 de arena y 2 de óxido de hierro, dándose en él con preferencia las vides llamadas Palomino de Jerez y Pedro Jiménez. El terreno de segunda clase contiene 69 por 100 de carbonato de cal, 22 de alúmina, 6 de arena y 3 de óxido férrico, y se destina más especialmente al cultivo de diversas variedades de las cepas dichas perrunos y mantuos. En la tercera clase de terreno, consistente en 66, 22, 11 y 1 por 100 respectivamente de las sustancias expresadas, prosperan perfectamente, ademas de los vidueños Palomino de Jerez y Pedro Jiménez, el cañocazo y el mollar blanco, cuyos vinos son aromáticos por naturaleza, y muy estimados; la arena de este terreno contiene fragmentitos de roca córnea verdosa, pizarra arcillosa gris y bastante mica. El de cuarta clase, cuya composición es de 62 de cal, 27 de alúmina, 7 de arena y 4 de hierro, con un poco de cuarzo rojizo y roca córnea verdosa, sirve muy bien para las cepas últimamente indicadas, y también para la varie-

dad llamada *tintilla*, que suministra el famoso vino tintilla de la Rota. En los montes de Málaga, donde se obtienen vinos inmejorables, predomina la pizarra arcillosa más ó menos descompuesta, lo mismo que en los terrenos de Aragón que dan el célebre vino de Cariñena, y en los del Priorato de Cataluña, cuyos vinos son también muy espirituosos y apreciados. De lo dicho se deduce, pues, que los terrenos preferibles para la vid son, en general, los pizarrosos ó esquistosos y los calizos más ó menos arcillosos que tengan alguna elevación y sean expuestos al Sudeste, al Sur ó al Suroeste. Las cepas plantadas en parajes húmedos y sombríos, aunque rinden frutos mayores que las situadas en puntos secos y elevados, dan vinos flojos, ácidos y abundantes en principios mucilaginosos, mientras que las segundas dan mostos más ricos en azúcar y en alcohol, es decir, los más duraderos y únicos capaces de constituir el crédito del país productor.

Respecto de los abonos, la vid se desarrolla de una manera extraordinaria bajo la influencia de las sustancias azoadas procedentes de materias animales en descomposición, como huesos, pesuñas, desperdicios de lana, excrementos y cosas análogas; pero estos abonos no son los más á propósito, porque dan lugar á un exceso de principios nitrogenados ó fermentos en los mostos, mientras que por otra parte la tierra de los viñedos así abonados no tarda, por lo general, muchos años en esterilizarse, perdiendo las sales minerales que han consumido durante una vegetación vigorosa las hojas, los racimos y la parte leñosa de las vides. Los estiércoles del ganado vacuno y otros, bien podridos ó descompuestos, son excelentes abonos para la viña, porque además de las materias vegetales carbonosas, contienen potasa, fosfato de cal y cloruro de sodio ó sal común, sustancias muy convenientes para la planta de que tratamos y que penetran con facilidad y sin tardanza en su economía. Pero los estiércoles convienen más bien á las viñas jóvenes que á las viejas, prestándose al aceleramiento del desarrollo de la vid en sus primeros años, siempre que el clima y demás circunstancias locales lo permitan. El medio más económico de sostener la fertilidad de la viña adulta, partiendo del principio de devolverle cada año lo mismo que ha dado, á excepción del vino, consiste, como dice Castellet, en aprovechar como abonos los desperdicios del viñedo y de la elaboración de los mostos; materias ricas en sales alcalinas, que nuestros cosecheros no estiman en lo que valen, tirándolas como inútiles ó destinándolas á otros usos menos importantes. Los sarmientos y las hojas que la viña produce, la casca ó el orujo de la uva y sus cenizas, ó las de los sarmientos, las heces de lagares y toneles donde han fermentado los vinos, y los residuos de la destilación de éstos: tales son los abonos á que nos referimos.

Los abonos artificiales ó químicos más convenientes, y que se emplean mucho en otros países viticultores, en combinación con los abonos naturales referidos, son el superfosfato, el cloruro de potasio (al 50 por 100 de po-

tasa) y el nitro de Chile. En las comarcas vinícolas del Rhin, por ejemplo, se considera como abono normal el siguiente, aplicado durante cuatro años consecutivos:

Primer año.....	Estiércol.....	60.000	kilogramos	por	hectárea
	Ácido fosfórico soluble.....	40	»	»	»
Segundo año.....	Ácido fosfórico soluble.....	60	»	»	»
	Potasa.....	40	»	»	»
Tercer año.....	Ácido fosforico soluble.....	60	»	»	»
	Potasa.....	80	»	»	»
	Nitrógeno.....	15	»	»	»
Cuarto año.....	Ácido fosfórico soluble.....	80	»	»	»
	Potasa.....	10	»	»	»
	Nitrógeno.....	25	»	»	»

En los viñedos más bajos y húmedos se da más nitrógeno ó ázoe que las cantidades expresadas, mientras que en las viñas más elevadas y secas se aumenta la proporción de ácido fosfórico y potasa. Años hace ya, como tuvimos ocasión de observar en un capítulo anterior, que se extraen del suelo patrio, en Cáceres, con destino á otros países, grandes cantidades de fosforita, fomentándose indirectamente la viticultura extranjera con notable perjuicio de la nacional, como si no tuviéramos viñedos áridos y necesitados de fertilización. Dicho mineral, ó, mejor dicho, el superfosfato que con él se prepara, es precisamente uno de los abonos más importantes para tierras viníferas.

La propagación de la vid, ó la formación de nuevos planteles, se verifica mediante mugrones ó sarmientos que ostentan de dos á cuatro nudos ó yemas, cortados de buenas cepas madres, sanas y vigorosas, de manera que tengan en su base un poco de la madera ó sarmiento del año anterior; cuando no se pueden obtener majuelos semejantes en número suficiente, se toman sarmientos ordinarios; pero si bien éstos se desarrollan más rápidamente, no constituyen, por regla general, plantas tan robustas y duraderas como aquéllos. Después de preparado convenientemente el terreno, se abren en él zanjas paralelas de 20 á 30 centímetros de profundidad y á la distancia de 30 á 40 una de otra, y se colocan los majuelos ó sarmientos perpendicularmente á cada lado de las mismas, á intervalos de 25 centímetros, rellenando con tierra mezclada con estiércol de cuadra, que se aprieta bien alrededor de cada planta; de los dos ó cuatro nudos ó yemas del sarmiento, la mitad debe quedar enterrada, dejando el uno ó los dos restantes expuestos al exterior. Conviene sumergir en agua, durante algunos días, la parte inferior de los sarmientos, antes de plantarlos, pues esto contribuye al mejor desarrollo de las raíces que han de echar. La plantación definitiva de la vid en los terrenos destinados á viñedos presupone una remoción ó labor prufunda y el abono conveniente de éstos en el otoño, y se verifica, pasado el invierno, con sarmientos comunes sin raíces, ó bien con los majuelos de los planteles, los cuales se ponen en zanjas ó surcos de 20 á 30 centímetros de profun-

didad, según la clase del terreno, fijándolos sólidamente en su base por medio de tierra bien apretada, rodeándolos con materias vegetales y rellenando las zanjas con tierra. La distancia entre los sarmientos é hileras de los mismos puede variar de un metro á metro y medio, según la naturaleza de las tierras, pues conviene naturalmente dejar ancho espacio en torno de cada vidueño; pero es perjudicial en alto grado la costumbre, tan inveterada en algunas de nuestras comarcas, de plantar en los viñedos el olivo y otros frutales que, á más de la sombra que proyectan sobre las cepas, toman de la tierra ciertos elementos necesarios á las mismas, mermando su vigor y, por consiguiente, la calidad y cantidad de su fruto y de los vinos resultantes.

El cultivo de la vid, ó sea los cuidados de que debe ser objeto después de su plantación, consiste, en términos generales, en labrar la tierra dos ó tres veces cada año, en abonarla con arreglo á los principios anteriormente sentados, y en podar las cepas en las épocas y según los métodos convenientes. No podemos entrar en pormenores acerca de estas diversas operaciones y otras secundarias; pero diremos que la poda de la vid es de mucha importancia para su desarrollo y producción, y que en España se practica generalmente de una manera rutinaria y á veces altamente perjudicial. Durante los dos ó tres primeros años necesitan las cepas tutores ó rodrigones, apoyos de que puede prescindirse del cuarto año en adelante; en las comarcas vinícolas del centro de Europa dichos tutores se conservan siempre, ó se sustituyen, en parte, con alambres atirantados, dándose á las cepas mayor altura que en nuestro país y el Mediodía de Francia. Por último, se apela á diversos medios para renovar ó rejuvenecer la vid, ora injertando en patrones viejos trozos de sarmientos jovenes, ora enterrando el tallo con uno ó dos sarmientos—operación que tiene principalmente por objeto llenar las plazas de las cepas que han muerto en la última vegetación ó de las que van perdiendo su vigor,—ora por medio del llamado amugronamiento, operación que consiste en abrir un hoyo en el sitio que ha de ocupar la nueva planta, y luego introducir hasta el fondo del mismo parte de un sarmiento de una cepa vecina, doblándolo sin separarlo de la planta madre y dejándolo salir por el lado opuesto del hoyo, de modo que queden enterrados dos ó tres nudos; pasado un año, se corta la comunicación de la planta joven con la cepa madre.

Además de los cuidados del cultivo propiamente dicho, el viticultor tiene que combatir con frecuencia diferentes enfermedades de la vid, y varios insectos que le causan inmensos perjuicios. Entre las primeras, las más temibles son el llamado *falso oidium* (en inglés *mildew*), que produce manchas ó capas harinosas blancas en la superficie de tallos, hojas y frutos de la vid y otras plantas, y que, según las investigaciones más recientes, se debe, en la mayoría de los casos, á algún hongo de núcleo de la familia de las peronósporas; y el común, aunque erróneamente llamado «oidio,» debido á un hongo del mismo genero (*Ery-*

siphe Tuckeri), y no al género *oïdium*, como antes se creía, enfermedad que se manifiesta en forma de delicados tejidos grises, á manera de telarañas, que se presentan en los tallitos, las hojas y los granos de uva jóvenes, poco después del florecimiento. Estas dos plagas se desarrollan con rapidez á favor de una atmósfera relativamente caliente y muy húmeda, y son capaces de causar grandes estragos; contra el falso oïdium el remedio más eficaz, de los muchos que se han probado, consiste, según Castellet, en salpicar las vides enfermas con hidrato de cal fresco, que se obtiene fácilmente rociando terrones de cal viva recién salidos del horno y dejando que se conviertan en polvo; el oïdio se combate salpicando las cepas atacadas con una mezcla de flor de azufre y cal viva, que se aplica, como la cal hidratada, por medio de un pequeño fuelle azufrador. El oïdio se observó por primera vez en Inglaterra, por el horticultor Tucker, en 1845, y desde entonces se ha propagado á casi todos los países vinícolas, causando estragos inmensos en los años 1851 y 1852 en las comarcas mediterráneas, y más especialmente en la isla de Madera.

Varios son los insectos, lepidópteros como coleópteros, que atacan con predilección á la vid; pero por perjudiciales que puedan resultar semejantes párasitos, ninguno lo es tanto, ni ha dado motivo para tan legítima alarma, como el hemíptero llamado *Phylloxera vastatrix*, que pertenece á la sección de los homópteros y á la familia de los filoxéridos ó pulgones. La fig. (229 1, 2, 3 y 4) representa este terrible insecto en aumento considerable, siendo su tamaño natural casi microscópico; hay hembras provistas de alas y otras que carecen de ellas; las primeras depositan los huevos generalmente en el reverso de las hojas, naciendo de ellos individuos sexuados; después de verificada la cópula mueren éstos, no sin que la hembra produzca el llamado, aunque con impropiedad, huevo de invierno, destinado á dar origen á la serie de individuos partenogenésicos, que viven en un principio en las agallas de las hojas, ó que van directamente á propagarse en lo más profundo de las raíces. La multiplicación extraordniariamente grande de la filoxera radicícola, esto es, la que vive á expensas de los jugos de las raíces, constituye el verdadero peligro; pues á medida que toma incremento, adquiere la vid un aspecto enfermizo, volviéndose amarillas las hojas y arrugándose y encogiéndose la uva; las raíces presentan ampollas ó nudosidades cubiertas del insecto y de sus huevos, como indica la fig. 229 (5 y 6), y al cabo de un par de años muere la planta. La ciencia y la experiencia han puesto en juego todos los medios imaginables para combatir la filoxera, y el Gobierno francés ha ofrecido un premio de 300.000 francos para un remedio verdaderamente eficaz; pero, hasta la fecha, no se ha resuelto el problema satisfactoriamente; la aplicación á las raíces de sustancias como el carbono sulfurado y el sulfocarbonato de potasio sólo produce resultados parciales, á cambio de muchas dificultades; el medio propuesto por Faucon, de inundar el terreno durante algún tiempo, es aplicable sólo á corto número de viñedos, y parece dudosa la

regeneración de las cepas enfermizas mediante el empleo de abonos concentrados. En el actual estado de nuestros conocimientos el único recurso salvador para los viñedos azotados por tan terrible plaga consiste en su reconstitución mediante sarmientos de variedades de vid americanas resistentes á la filoxera, como *Vitis riparia*, *aestivalis*, *cordifolia*, *rotundifolia* y otras, que, ora sirven como productores directos, ora como portainjertos. En Francia se han replantado ya con el mejor éxito, con las vides americanas antifiloxéricas, más

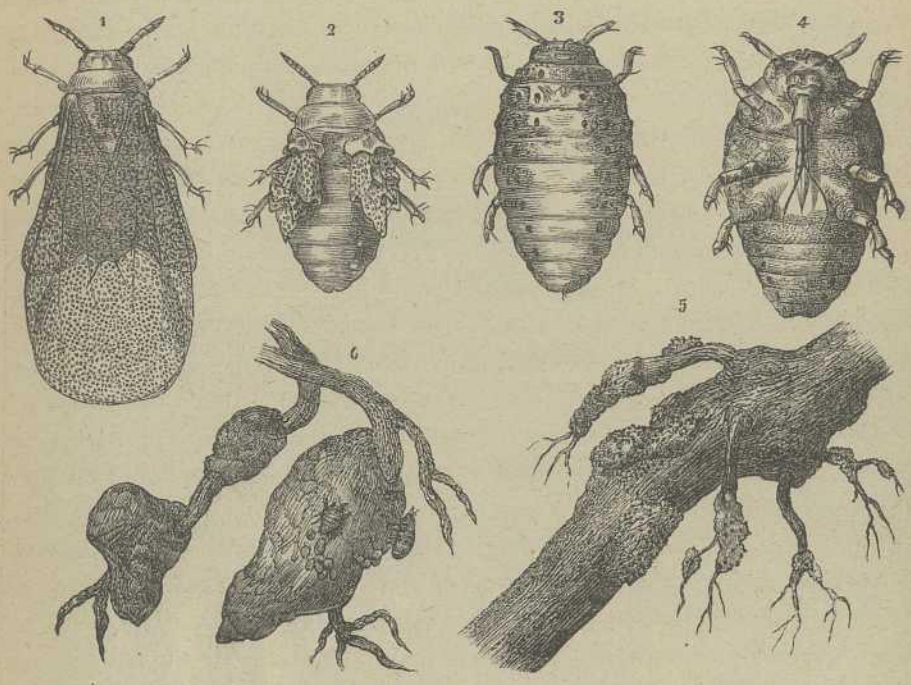


FIG. 229.—La filoxera (*Phylloxera vastatrix*)

de 50.000 hectáreas de viñedos devastados, é Italia está ya cubierta de plantaciones de dichas vides, que Castellet ha introducido también con ventaja en Cataluña.

La filoxera vastatrix fué descubierta por vez primera en los Estados Unidos por Fitch, en el año 1854, y en 1868 se observó en el departamento francés del Gard. Desde esta fecha de su aparición en Europa se ha propagado de una manera extraordinaria, habiendo devastado totalmente en Francia, y hasta fines de 1877, nada menos que 288.605 hectáreas de viñedos, y atacado otras 365.353, disminuyendo el valor de la producción en 164.949.568 francos. En España lleva ya destruídas la filoxera bastantes hectáreas en Málaga y en el Ampurdán; en Portugal 3.000, y en Hungría más de 1.000; pero Alemania, Austria y Suiza han quedado hasta hoy casi libres de la plaga, merced, en parte, á una observación ó vigilancia constante y minuciosa, y á las enérgicas medidas adoptadas

con diligencia allí donde el fatal insecto se ha presentado esporádicamente.

Una vendimia, dice Castellet, abundante en racimos sanos y bien sazonados, coronada por los rayos de un sol ardiente, es una verdadera conquista que alcanza el viticultor después de una campaña de seis meses, durante la cual ha tenido que luchar contra los hielos de la primavera, el pedrisco, los insectos, las lluvias del otoño y demás accidentes que tienden á destruir el fruto de la



FIG. 230.—Vendimia en el Medoc (Chateau-Laffitte).

vid. De ahí la animación y alegría generales que se manifiestan en los distritos vinícolas durante la recolección de las uvas, máxime en los años en que el buen temporal les es favorable. Empero esas hermosas y abundantes vendimias son desgraciadamente raras en nuestro país; la pretendida cantidad excesiva de producto, la impaciencia, las prácticas de un vicioso cultivo ó la necesidad, al parecer imprescindible, de seguir el ejemplo del primer ignorante cosechero que vendimia su viña, ó el del vecino que hace lo propio, son las causas de las mezquinas cosechas, y las que inducen á muchos viticultores á recoger prematuramente los racimos y á elaborar sin norte vinos de calidad inferior. Como el azú-

car contenido en las uvas es el primer elemento indispensable á toda buena vinificación, es evidente que ese fruto no deberá recogerse hasta que se haya producido en él la cantidad suficiente de aquel principio, y esto tan sólo se realiza mediante una madurez completa. Por consiguiente, el viticultor entendido deberá emplear todos sus esfuerzos para empezar la vendimia de sus viñedos lo más tarde posible, sin que sean motivos bastantes para precipitarla, las lluvias de Septiembre y las escarchas del otoño, poco comunes en España. El precepto fundamental, que no debe perder de vista el cosechero celoso de la bondad de sus vinos. es éste: mientras el racimo de una cepa conocida aumenta ó puede aumentar en grados gleucométricos, no debe vendimiarse si no ha expirado el mes de Octubre. La determinación de dichos grados, ó sea de la densidad ó contenido en azúcar del mosto se verifica fácilmente exprimiendo el zumo de algunos racimos de los más sazonados, colándolo y sumergiendo en él un gleucómetro ó densímetro. Este instrumento es la balanza que indica la riqueza sacarina de los mostos, y si bien el azúcar no constituye la finura ni el aroma de los zumos de las uvas, caracteres propios de la variedad de la vid de que aquellos proceden, produce, no obstante, por la fermentación uno de los elementos principales del vino, ó sea el alcohol. Las diferentes operaciones propias de la vendimia se relacionan tan estrechamente con la elaboración del vino, que trataremos de ellas en el capítulo del tomo V de esta obra, destinado á la vinificación.

ACLIMATACIÓN

Después de tratadas en las páginas que anteceden, y de la manera más comprensiva que tan reducido espacio lo permite, la horticultura, el cultivo de frutales y la viticultura, réstanos considerar brevemente el jardín como establecimiento de enseñanza.

Sólo una mínima parte de las plantas que cultivamos en vista de su utilidad, ó por el recreo ó placer que nos proporcionan, ora sea en el campo ó la huerta, ora en parques, jardines, macetas ó invernáculos, es indígena de nuestro país ó de los países vecinos; la mayor parte ha sido introducida, accidentalmente ó de propósito deliberado, desde tierras más ó menos lejanas, y desaparecerían, ó cuando menos acabarían por degenerar, perdiendo sus propiedades útiles ó agradables, si no fueran objeto de un cultivo constante y esmerado. Andando el tiempo, muchas plantas de procedencia exótica han concluído por adaptarse completamente á nuestras condiciones climatológicas, hasta el punto de que se hace difícil, cuando no imposible, determinar cuál fué su patria originaria.

El hombre ha explorado más ó menos detenidamente todas las partes de la tierra, apropiándose, para utilizarlo, todo cuanto la naturaleza ofrece aprovechable en las diferentes zonas; y en el afán por introducir y aclimatar plantas exó-

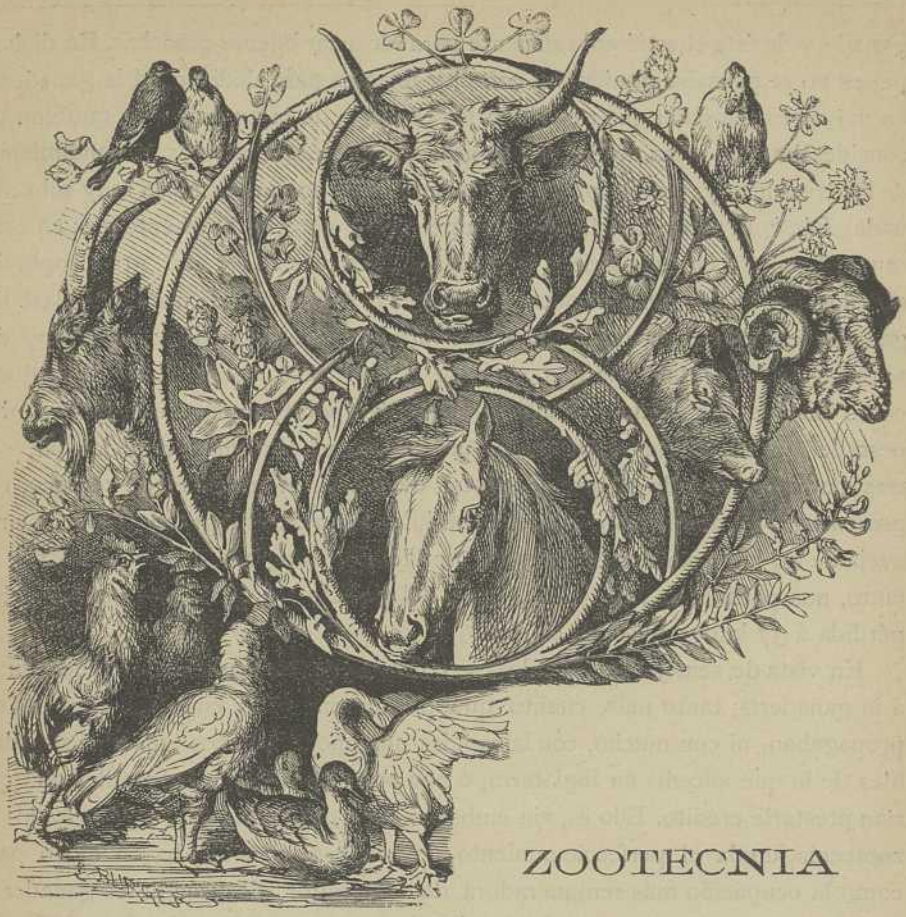
ticas, se ha distinguido ante todo Holanda, donde, desde el siglo XVII, se desplegó mucha afición por las ciencias naturales en general y la botánica en particular. Allí se establecieron primero esos planteles tan instructivos llamados Jardines Botánicos, á los que debió el célebre Linneo, en gran parte, sus conocimientos de los vegetales. En nuestros tiempos se ha generalizado el convencimiento de la utilidad de semejantes instituciones; por doquier, y en escala mayor ó menor, se han establecido dichos jardines, y ora con el concurso del Estado, ora por iniciativa privada, se han organizado sociedades llamadas de aclimatación, con el propósito de introducir en sus respectivos países plantas y animales extraños, ya para cultivarlas ó criarlos sin alteración, ya con el objeto de cruzarlos con plantas y animales indígenas, y producir nuevas especies ó variedades con propiedades más utiles. Uno de los establecimientos de esta clase que más fama ha adquirido es, sin duda, el *Jardin d'Acclimatation* de París, del interior de cuyo invernáculo principal nos da alguna idea la lámina XIV.

En otras épocas la introducción de los productos naturales extraños era generalmente efecto de tentativas individuales, casuales, más bien que resultado de trabajos científicos sistemáticos, y, sin embargo, y mediante colonos extranjeros, los siglos han acabado por reunir la inmensa riqueza de nuestros jardines, huertas y campos. De Persia trajeron el melocotonero y el avellano, lo mismo que la morera y el cáñamo; Egipto nos envió la cebolla, y de la altillanura central del Tibet vinieron tal vez el trigo y la cebada; esta última se encuentra todavía en estado silvestre en la cordillera del Himalaya. El arroz emigró desde el Africa meridional hacia la India, pasando de allí á Europa y aclimatándose, por último, en América. Mientras Alemania es la patria del nabo común, del apio, el lúpulo y la mostaza, debe á los países del Mediterráneo la remolacha, á Cerdeña el perejil, y á Arabia la espinaca. La calabaza es una planta del Oriente, el pepino es indígena de las Indias orientales; el rábano procede de China ó del Japón, y el membrillo de la isla de Creta. Sabido es que el cerezo nos llegó del Asia Menor, en compañía del ciruelo y del olivo, tan celebrado por los poetas; allí se encuentra aún el almendro en estado silvestre, el cual, lo mismo que el naranjo y el limonero, fueron regalos de aquellas alegres y calurosas regiones de los dioses míticos.

Los presentes del Norte, aunque de aspecto más humilde, no fueron menos aceptables desde el punto de vista utilitario; la Siberia nos envió el centeno, la Tartaria, el alforfón ó fagopiro, y las estepas rusas, el lino. El castaño es indígena de Italia, y el guisante, de Egipto, donde se han hallado varias especies en las antiguas momias; también desde Egipto se han propagado por el mundo los berros y el anís, mientras que la colza y la col se encuentran silvestres en Sicilia y los alrededores de Nápoles. La zanahoria es una planta asiática, aunque algunos atribuyen su origen á las costas del Mediterráneo, donde crece el culantro. Los cruzados trajeron del Oriente la rubia, y en el siglo XVII nos llegó de

Virginia el primer tabaco, en tanto que el té procedió probablemente del Himalaya. Del Mediodía de Europa se propagaron al Norte las diversas clases de grosella; el tornasol es originario de las altillanuras peruanas, y el topinambur proviene del Brasil.

Respecto de algunas plantas que en la actualidad se nos presentan como completamente aclimatadas, recordamos todavía la fecha de su introducción en Europa. El tulipán lo trajo del Oriente Auger de Busbeck, en el año 1562, y sabemos que el lilo de Persia se introdujo en 1640; el chopo llorón le debemos al poeta inglés Pope, muerto en 1744, que trajo de Esmirna una ramita á la que, según es fama, se remonta el origen de todos los ejemplares existentes en Europa. En la aldea de Montelimart existía todavía en 1802 una morera de trescientos años de edad, de la que son descendientes todos los árboles de la especie en Francia. Muy pocas de las flores que en el Centro y Norte de Europa se cultivan hoy como recreo ó adorno, se conocían allí antiguamente; muchas de ellas, como la adelfa, la peonía, el espliego, el azafrán, el jacinto, el narciso, etc., procedieron de los países mediterráneos; la reseda vino de Egipto, la hortensia, del Japón (en 1788), lo mismo que la camelia, introducida á mediados del siglo pasado por el padre jesuíta Camelles; de China nos llegaron el año 1728 las primeras plantas del género *Aster*, mientras que Méjico nos envió las diferentes especies de cactus, y más especialmente la preciosa dalia ó georgina, un triunfo de la floricultura moderna, que ya se introdujo en 1789 en nuestro Jardín Botánico de Madrid, pero que debió su propagación en Europa á las semillas que trajo de Méjico el célebre Humboldt y fueron sembradas en París.



ZOOTECNIA

Importancia de la zootecnia.—Estadística.—Combinación de la ganadería con la agricultura.—Zootecnia general.—Mejora de razas.—Enfermedades del ganado.—Aclimatación de animales domésticos: jardines zoológicos.—Productos de la ganadería.—Ganado caballar, asnal y mular.—Ganado vacuno.—Industria lechera.—Ganado lanar.—Ganado cabrío.—Ganado de cerda.—Aves de corral.—Incubación artificial.—Apicultura.

No hace tanto tiempo que en Alemania y otros países europeos, y á pesar de la experiencia de los ingleses, se admitía, por lo general, como principio demostrado en economía rural, que la cría de ganados era un mal necesario para el agricultor, y que la ganadería por sí sola producía pérdidas. La ganadería se limitaba á los animales necesarios para obtener el estiércol que había de servir para el abono y para el trabajo de su campo; así es que á nadie se le ocurría mantener más ganado del indispensable para abonar convenientemente sus tierras, considerándose como el agricultor más hábil, aquel que se las arreglaba de modo que podía obtener del campo el forraje preciso para su

ganado y de éste el estiércol suficiente para alcanzar buenas cosechas. En dichos países no se pensaba siquiera en comprar forrajes para dedicarse á la ganadería en mayor escala de la que permitían los recursos de la explotación; también se consideraba como una utopia el importar abono para aumentar el rendimiento de las cosechas, y, por lo tanto, la ganadería tenía una importancia muy subordinada. *Block*, el autor alemán más competente y autorizado de entonces en este ramo, demostró en sus escritos, que datan de 1830 á 1840, con gran copia de cálculos, la imposibilidad de obtener ganancias con la cría de cualquier clase de ganado; teniendo en cuenta el valor tan variable de la moneda y los errores de apreciación á que daba margen, servíase de un peso determinado de centeno como base de sus comparaciones, y deducía, por ejemplo, que una vaca del peso de 400 kilogramos consumía una cantidad algo mayor de la que correspondía al valor de su producto total, evaluado en medidas de centeno, representando la pérdida precisamente un kilogramo de este grano; según él, una oveja de 40 kilogramos costaba 99 y producía 93 kilogramos, resultando, por lo tanto, una pérdida de seis, y en el caso del ganado de cerda hacía subir dicha pérdida á 37 kilogramos por cabeza.

En vista de semejantes cálculos, se comprende que nadie quisiera dedicarse á la ganadería; tanto más, cuanto que por entonces los conocimientos no se propagaban, ni con mucho, con la rapidez que ahora, y pocos tenían ni siquiera idea de lo que sucedía en Inglaterra, ó por preocupaciones perdonables no querían prestarle crédito. Ello es, sin embargo, que desde fines del siglo pasado la zootecnia, unida al perfeccionamiento de razas, se consideraba en dicho país como la ocupación más remuneradora del agricultor, alcanzando los ganaderos ingleses más inteligentes, precios que aun hoy causan admiración. Prescindiendo de los caballos de carrera, cuyo valor se relacionaba, como es natural, con el aliciente de las grandes ganancias que eventualmente podían resultar en las carreras mismas, se pagaban frecuentemente miles de duros por cabeza de ganado vacuno, y centenares de libras esterlinas por el simple alquiler, durante corto tiempo, de conocidos sementales. Mas hay que advertir también que ya por entonces el consumo excedía en Inglaterra á la producción, obteniéndose naturalmente mejores precios para los productos, que por cierto estaban sujetos á impuestos especiales; además, los grandes premios que se daban en las Exposiciones agrícolas contribuían de un modo poderoso al fomento de la ganadería.

Pero desde mediados de nuestro siglo han cambiado de una manera notable las condiciones en el continente europeo; han ido subiendo constantemente los precios de las carnes, de la leche, manteca, etc., mientras que, por el contrario, han sufrido una baja relativa los cereales, merced á los grandes excesos de producción en Rusia y otros países más lejanos, y las facilidades siempre crecientes para el comercio de los granos. Los cálculos basados en datos estadísticos exac-



Ganado vacuno de la Gran Bretaña.

tos han dado por resultado que desde 1850 á 1870, mientras que el valor de los cereales ha aumentado en un 33 por 100, el de las aves comestibles ha subido 65 por 100, el de la carne hasta 75, y el de los huevos nada menos que en un ciento por ciento; de modo que ya no tienen significación alguna los cálculos referidos de Block. En conclusión, resulta que el cultivo de cereales es actualmente menos remunerador que antes, mientras que la ganadería es hoy mucho más productiva.

La producción y el consumo de carne y otros productos animales varía mucho en los diferentes países, notándose que el consumo es, en general, mayor con respecto al clima más frío y la riqueza del país. En la Gran Bretaña se consumen 26 kilogramos de carne por habitante y año, elevándose dicha cantidad en Inglaterra solamente á la enorme cifra de 68 kilogramos por cabeza; en Alemania el consumo equivale á 25, y en Francia á 20 kilogramos por habitante y año.

En la actualidad influye poderosamente sobre la industria pecuaria de Europa la importación de productos animales desde los países de Ultramar, en algunos de los cuales ha tomado la cría de ganados un desarrollo extraordinario y se practica con una inteligencia laudable. Los ganaderos de los Estados Unidos y de Australia son los que pagan hoy mejores precios para sementales de valor; buscan en Inglaterra las mejores vacas de la casta de cuernos cortos, pagando con frecuencia de 20.000 á 30.000 pesetas por cabeza, y en una ocasión hasta 52.500 pesetas; el hecho siguiente demuestra que semejantes precios eran justificados. Una ternera procedente de dicha clase de vaca, y nacida en los Estados, la compró un inglés por 77.960 pesetas, vendiéndola poco después en Inglaterra, cuando sólo tenía tres meses de edad, á H. Fox, de Henrefield, por el enorme precio de 97.500 pesetas. Recientemente, y en subastas públicas celebradas en Australia, se han pagado carneros padres (moruecos) á razón de 17.850 pesetas por cabeza, y ovejas hasta 3.750 la pieza. Estas cifras demuestran la importancia que se atribuye en aquellos países á la mejora de las razas de ganado.

El aumento constante de las población en Inglaterra, unido al enorme consumo de carne y á la insuficiencia de las producción nacional, han dado lugar á repetidos ensayos, encaminados á abastecer á la Gran Bretaña de carnes frescas. La importación desde allende el océano de animales vivos no ha dado resultados satisfactorios, á pesar del empleo de vapores construídos especialmente para su transporte, y de todas las precauciones imaginables; de modo que este sistema se halla limitado á trayectos más cortos, como, por ejemplo, desde Vigo, á cuyo puerto acuden los ingleses en busca del ganado vacuno de Galicia. Pero desde el Canadá llegan á Londres grandes cantidades de carne fresca, conservada por medio del hielo, sin que entre ambos haya contrato, en condiciones económicas ventajosas, pues el kilogramo de esta carne sale en dicha capi-

tal al precio de 1,25 pesetas. Además, de año en año crece el consumo en Europa de carnes secas ahumadas y saladas, procedentes de los Estados Unidos, la República Argentina, Uruguay y Australia, cuyos países exportan también enormes cantidades de carnes cocidas, con ó sin sal, y preservadas en latas herméticamente cerradas.

Para dar una idea de la magnitud de semejante comercio y del desarrollo de la cría de ganados que supone, diremos que Australia exportaba en 1864 carnes conservadas por valor de 151.400 pesetas, valor que diez años más tarde se elevaba ya á medio millón, sin hablar de las 1.188.000 pesetas á que en 1874 ascendió la exportación de extracto de carne de Queensland; en 1880 contaba ya Australia más de 57 millones de cabezas de ganado lanar. En 1870 exportaron los Estados Unidos la carne de 3.677.908 cerdos; en el año 1874, la de 5.383.810, y en 1880, la de 14.896.245 Y no es menos notable el incremento que va tomando la exportación de carnes de la América meridional: de la República Argentina salieron en 1880 carnes saladas por valor de más de 14 millones de pesetas, á la vez que en el célebre establecimiento de Fray Bentos (Uruguay), montado en 1864 por Giebert de Hamburgo, para la producción de extracto de carne según el procedimiento de Liebig, se matan diariamente de 600 á 1.000 cabezas de ganado vacuno, cuyos desperdicios se convierten allí mismo en abonos artificiales para la agricultura.

ESTADÍSTICA

Las observaciones que preceden dan á la estadística pecuaria un alto interés, especialmente por cuanto atañe á la cuestión de saber si la cría puede hacer frente en un país determinado al consumo creciente, y qué modificaciones pueda ó deba sufrir, en vista de la importación de carnes, el cambio en los precios, etc. Aunque en los países mejor organizados se lleva con bastante exactitud la estadística pecuaria, no ofrece un medio adecuado de establecer comparaciones, por cuanto sólo toma en cuenta el número de cabezas de ganado. Para que de ella pudieran deducirse conclusiones verdaderamente prácticas, sería necesario que diera, además de dicho número de cabezas, el peso del ganado; pues Inglaterra, por ejemplo, cría principalmente razas grandes y pesadas, de modo que desde el punto de vista tan importante del peso, su producción, comparada con la de otros países, resultaría mayor en un 20 á 30 por 100; en la actualidad sirve de base para los cálculos respecto del ganado vacuno, un peso medio de 500 kilogramos por cabeza viviente, mientras que el ganado inglés alcanza con frecuencia 700 kilogramos, y para las mejores razas de leche ho-

landesas y suizas, debe calcularse por lo menos de 550 á 600 kilogramos por cabeza. El dato relativo al número de cabezas de ganado por kilómetro cuadrado del área general del país, que ofrecen las estadísticas, es inútil para establecer comparaciones; el que representa el número de cabezas por cada cien habitantes tiene ya más valor práctico; pero cuando se trata de establecer la importancia de la cría de ganados respecto de la producción agrícola en general, el único dato verdaderamente útil sería el del número de cabezas por cada 100 hectáreas de la superficie cultivada.

La estadística española en este ramo, como en los demás, sigue siendo lamentablemente deficiente, á pesar de los laudables esfuerzos de la Administración en los últimos años; las ocultaciones continúan á la orden del día, de modo que rara vez pueden obtenerse sino meras aproximaciones á la verdad. En la imposibilidad de poder ofrecer á nuestros lectores datos enteramente fehacientes respecto del ganado que existe en nuestro país, reproducimos á continuación los de la dirección general de Contribuciones, publicados en 1879 y reimpresos en la *Reseña estadística* que acaba de dar á luz el Instituto Geográfico y Estadístico, y además los correspondientes al año 1874 que da Moreno Villena en su *Geografía estadística*. Ambos estados comprenden las islas Baleares y Canarias, pero en la oficial no se han tenido en cuenta Navarra y las Provincias Vascongadas.

	OFICIAL	MORENO VILLENA
Ganado lanar	13.773.804 cabezas.	22.468.969 cabezas.
Ganado cabrío	2.615.281 »	4.531.228 »
Ganado de cerda	1.162.676 »	4.500.000 »
Ganado vacuno	1.460.253 »	3.000.000 »
Ganado asnal	537.322 »	1.198.334 »
Ganado mular	458.942 »	1.021.512 »
Ganado caballar	310.275 »	725.778 »
Camellos	1.394 »	3.181 »

He aquí ahora algunos datos comparativos acerca de las principales clases de ganado existentes en otras naciones europeas y los Estados Unidos, según las estadísticas de 1880:

GANADO VACUNO	CABEZAS	POR CIEN HABITANTES
Alemania	15.785.322	34,5
Austria	8.584.077	38,8
Hungría	4.597.543	33,5
Italia	4.783.232	16,8
Francia	11.466.253	30,4
Gran Bretaña é Irlanda	9.871.153	28,2
Estados Unidos	35.925.511	71,6
GANADO LANAR		
Alemania	19,185.362	41,9
Austria	3.841.340	17,3
Hungría	9.252.123	67,4
Italia	8.596.108	30,2
Francia	22.516.084	59,8
Gran Bretaña é Irlanda	30.239.620	86,4
Estados Unidos	35.192.074	70,2
GANADO DE CERDA		
Alemania	9.205.791	20,1
Austria	2.721.541	12,3
Italia	1.163.916	4,1
Francia	5.565.620	14,8
Gran Bretaña é Irlanda	2.565.620	8,2
Estados Unidos	47.681.700	95,1
GANADO CABALLAR		
Alemania	3.522.316	7,7
Austria	1.463.282	6,6
Hungría	1.819.508	13,3
Italia	657.544	2,4
Francia	2.848.800	7,6
Gran Bretaña é Irlanda	1.929.680	5,5
Estados Unidos	10.357.488	20,7

Llama desde luego la atención el enorme desarrollo de la ganadería en los Estados Unidos, especialmente en las clases vacuna y de cerda; en Europa se distinguen Alemania, Austria-Hungría, Francia é Inglaterra por su ganado vacuno y la Gran Bretaña, Francia y Alemania por el ganado lanar, mientras que, respecto del ganado de cerda, Alemania y Hungría llevan la palma, por más que no figure este país en el cuadro correspondiente, por faltar los datos estadísticos del mencionado año.

ZOOTECNIA GENERAL

En agricultura se suele combinar la labor del campo con la ganadería, pues sin ésta, por regla general, no resultaría ventajoso el cultivo. Allí donde se ha reconocido lo beneficioso que es dicha cría para la agricultura, se ha cuidado, no sólo de aumentar el número de cabezas de ganado en la proporción conveniente, sino también de mejorar las razas, pues para que la ganadería produzca buena renta, es preciso elegir los mejores animales, alimentarlos bien y cuidar-

los con el mayor esmero; en una palabra, hacer por obtener los productos más perfectos posibles. Hubo un tiempo en que los ganaderos suizos no comprendían esto, y se notó una lamentable decadencia en la industria pecuaria; mas desde que notaron las pérdidas, introdujeron las mejoras convenientes, y desde entonces ha tomado gran incremento la producción de la leche, queso, etc. Los quesos de los Estados Unidos eompiten hoy con ventaja en los mercados ingleses; pero los progresos más sorprendentes en este sentido se han realizado, de algún tiempo á esta parte, en Dinamarca, demostrando lo que puede conseguirse con buena administración y energía. Desde la separación del Holstein y la baja consiguiente en las rentas públicas, hubieron de pensar seriamente los dinamarqueses en mejorar su Hacienda, y vieron, entre otros, un buen medio para ello en el desarrollo de la industria lechera; en 1865, el año antes de dicha separación, exportó Dinamarca sólo 40.000.000 de kilogramos de manteca de vacas, y además 3.354.500 kilogramos de torta de orujo; la manteca gozaba de poca fama, siendo de calidad inferior á la del Holstein; pero en 1871, ó sea cinco años después de la separación, no sólo utilizaba Dinamarca todo su orujo propio en la alimentación de su ganado, sino que con el mismo objeto importó 2.406.000 kilogramos de dicha materia, exportando en cambio 95.000.000 de kilogramos de manteca de la mejor calidad, cantidad que en 1873 ascendió á 104.000.000. También en Francia se halla muy desarrollada la industria lechera, y muy en especial la cría y cebo de las aves de corral; industria sumamente productiva cuando se practica con inteligencia, y á la que se dedican hoy los alemanes mucho más que antes.

La demanda ó el consumo creciente de productos animales trae consigo un desarrollo correlativo de la ganadería; con el incremento del número de cabezas aumenta naturalmente el cultivo de las plantas forrajeras, disminuyendo en proporción la superficie destinada al cultivo de cereales; en cambio gana un doble el terreno, porque las plantas forrajeras y el abono más abundante contribuyen notablemente á su mejora, y, por ende, la superficie reducida produce granos de mejor calidad y en mayor cantidad, de modo que el cultivo de cereales se halla en mejores condiciones para sostener la competencia con los granos extranjeros. Pero esto no basta para la debida prosperidad del agricultor: es preciso además que trabaje por mejorar ó perfeccionar las razas del ganado, escogiendo sólo para la cría ó reproducción los mejores animales, no una y dos veces, sino en todas las generaciones sucesivas, y cuidando muy especialmente de su alimentación. Se han realizado ya progresos maravillosos en este terreno, de cincuenta años á esta parte, sobre todo en Inglaterra, donde las llamadas razas finas no pueden compararse ya con las naturales de origen. Bajo la mano del hombre, han sufrido y siguen sufriendo los animales modificaciones profundas, mejorándose desde el punto de vista de su utilidad, si bien á veces á costa de la belleza de sus formas, consideradas estéticamente,

así como á costa de su salud y duración de su vida; hasta cabe decir, en cierto sentido, que los fines del ganadero moderno presuponen el desarrollo de disposiciones morbosas, pues no se puede calificar de otro modo la aptitud de producir leche, que en determinadas razas se ha desenvuelto de una manera increíble, y, por otra parte, la de crecer y engordar con rapidez extraordinaria, merced á los métodos de cebo artificial. Pero el ganadero no ha logrado sólo desarrollar artificialmente determinadas aptitudes útiles en individuos aislados, sino que ha conseguido, mediante una elección cuidadosa de los animales destinados á la reproducción, que dichas propiedades se fijen y propaguen por herencia, creando así razas nuevas.

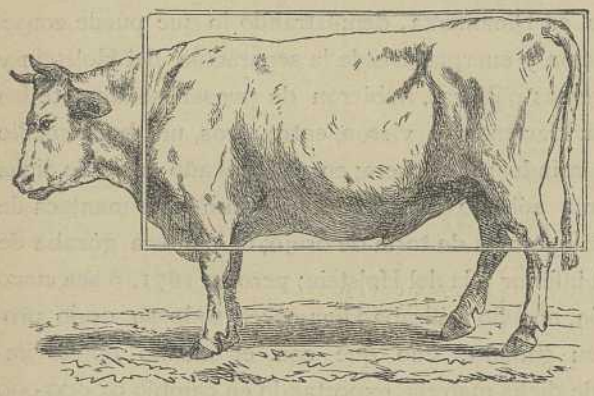


Fig. 231.—Perfil de un buey de raza ordinaria.

La ganadería se diferencia en nuestros tiempos de la de épocas anteriores, principalmente en que induce el desarrollo en diversas direcciones, tratando de especializar las razas y acabando por producir razas finas que presentan entre sí diferencias mucho más notables de las que han podido producir entre las razas naturales las influencias locales durante siglos enteros. Hace tiempo que los ganaderos ingleses han observado y aprovechado la variabilidad de las formas animales, proporcionando á Darwin una base sólida para el desarrollo de su célebre teoría sobre el origen de las especies, y, andando el tiempo, y con un empeño, una constancia é inteligencia laudables, han sabido crear formas nuevas, cada vez más adecuadas á las necesidades del hombre. En lugar de los animales ordinarios (fig. 231) que, en armonía con las condiciones de vida naturales, se desenvuelven lentamente con fuertes huesos y piernas altas, aparecen hoy razas enteras cuyos individuos crecen y engordan rápidamente bajo la influencia de un cebo artificial, ostentando formas llenas, redondeadas, con miembros cortos y esbeltos, cabeza pequeña y fina y ancho lomo (fig. 232), y en los

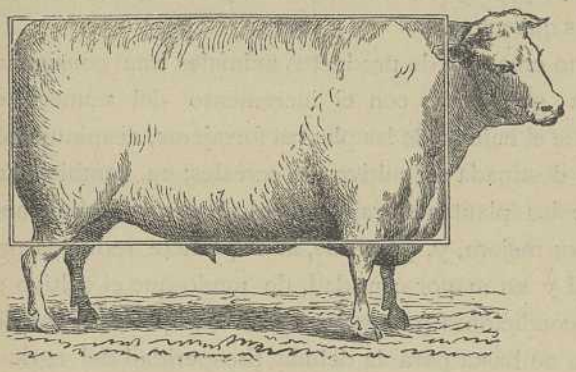
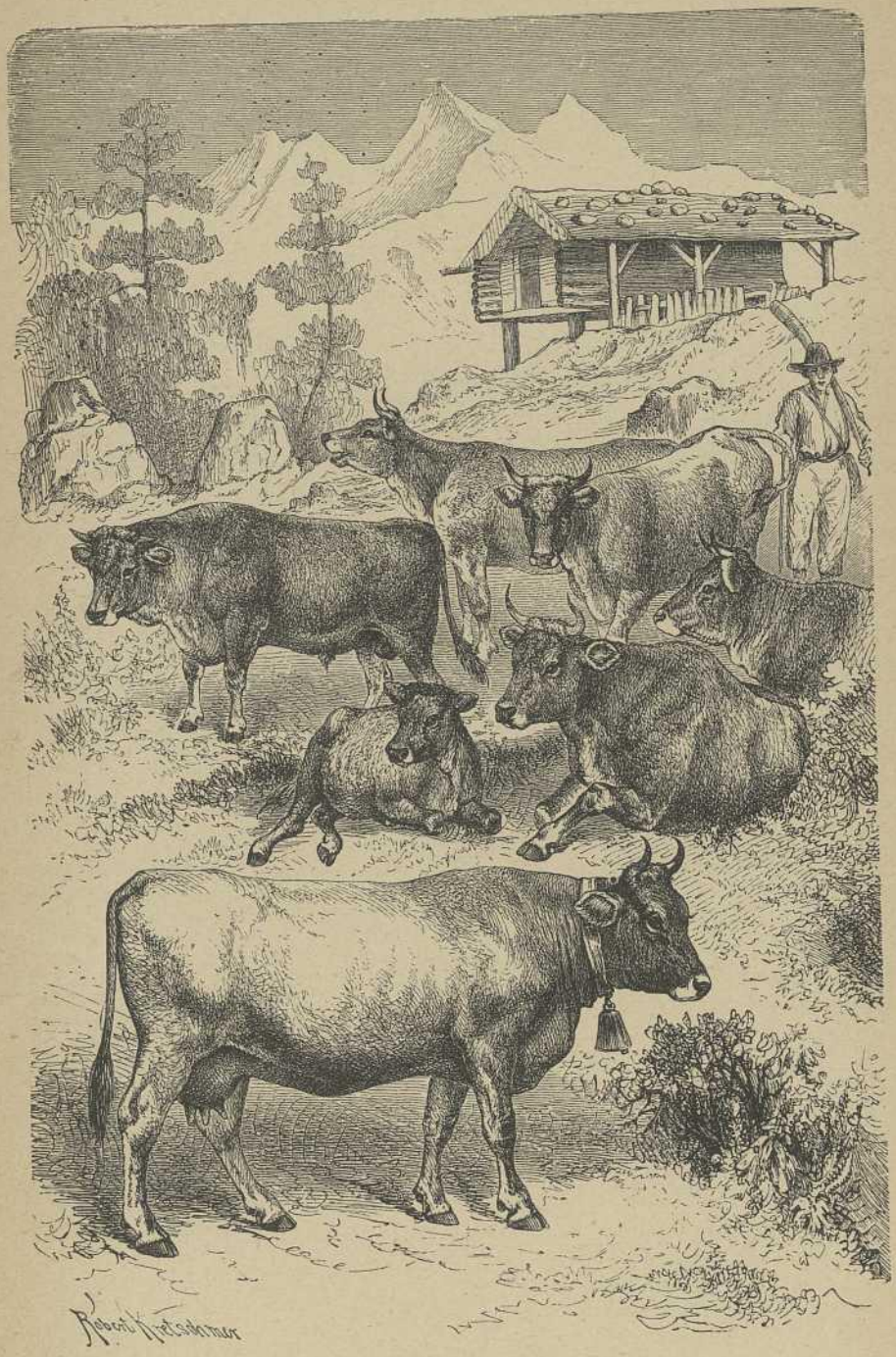


Fig. 232.—Perfil de un buey de casta mejorada.



Ganado vacuno suizo, en los Alpes.

cuales, en una palabra, las partes de poco valor ceden el puesto á buenas carnes.

El inglés da mucha importancia á la bondad de la carne; sabe que no todas las partes del animal tienen carne de igual calidad, sino que determinadas partes se distinguen de otras por su excelencia, buen sabor, gordura, etc.; en su consecuencia, el ganadero procura desarrollar en sus animales aquellas partes que más se estiman, seguro de obtener mejores precios, pues allí no se compra el ganado sólo por razón de su peso, sino más especialmente en atención al desarrollo de determinadas masas de carne. La fig. 233 da una idea de la clasificación de las carnes del buey cebado, según el gusto inglés, señalando el núm. 1 la parte más apreciada, los números 2 á 6, las que siguen inmediatamente á aquélla en bondad, y los demás, hasta el 18, las carnes menos apreciadas por su orden de inferioridad relativa. Así dividen el animal los carniceros, y este sistema de vender la carne permite el disfrute del alimento á mayor número de personas; el rico paga mucho más que nosotros por las clases de carne más finas, mientras el menos acomodado obtiene carne relativamente buena, á precios muy inferiores á los nuestros, puesto que la escala baja hasta 75 céntimos de peseta por kilogramo. En Francia se sigue un sistema análogo, si bien la división difiere algún tanto de la inglesa, acomodándose á las exigencias de aquella cocina. Con el ganado lanar y de cerda se procede de un modo semejante.

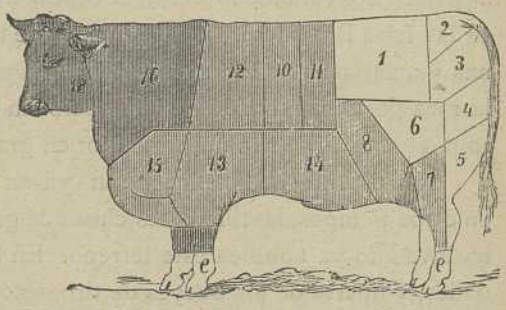


FIG. 233.—Clasificación de la carne de vaca en Inglaterra.

Pero la cría de ganados y la mejora de las razas no se encamina sólo á la producción de buenas carnes; mediante la elección de alimentos apropiados y tratamientos á propósito, ha aprendido el ganadero moderno á criar bueyes en especial aptos para el tiro, fijando su atención en el desarrollo del esqueleto y de determinados músculos, así como vacas exclusivamente lecheras. En cuanto al ganado lanar, y respondiendo á las exigencias de la industria, se crían castas especiales de ovejas destinadas no más que á producir lanas de diversas clases, finas, bastas ó medianas, largas ó cortas, etc.; mientras que por otra parte se han creado razas enteramente distintas de caballos, adaptadas en particular á la carrera, al tiro, á la caza, etc.

Pero al lado de las razas que merecen en cierto modo el calificativo de artificiales, se conservan otras razas naturales muy importantes para el labrador poco acomodado, que reunen las calidades más estimables, ó sean la fuerza necesaria para el tiro, una capacidad regular para producir leche y la aptitud para el cebo después de prestar durante cierto tiempo los servicios indicados. Desde este punto de vista los ingleses llaman á la raza de Pembroke el ganado más útil de Ingla-

terra. Por la misma razón aprecian los franceses el ganado vacuno de la Bretaña, diciendo que si no existiera, sería preciso crearlo; en Alemania se tienen diferentes razas de este género, que el pueblo designa con los nombres colectivos de *Allemannskuh* ó *Armemannskuh*; es decir, «vaca de todos» ó «vaca del pobre».

Entre las razas célebres por sus carnes, es decir, que dan los mejores animales de cebo, citaremos la inglesa de cuernos cortos (*shorthorns*), las alemanas del Schleswig-Holstein, y la *charolais* de los franceses. Las razas predilectas para la producción de la leche son las holandesas y suizas, así como la austriaca del valle de Mürz, en el continente, y la del condado de Ayr (Escocia) en las Islas Británicas. Como animales de tiro merecen mención las razas alemanas y austriacas de Franconia, del Eger, país de Vogt y Pinzgau, y en Hungría, la raza perfeccionada de Podolia; pero en los países del Centro y Norte de Europa el animal de tiro del agricultor en grande escala es el caballo.

Actualmente no se encuentran ya en las granjas de dichos países, como en otros tiempos, las diferentes clases de ganado reunidas; la división del trabajo ha invadido ya también este terreno. En las inmediaciones de las grandes ciudades, y aparte de los bueyes de tiro, sólo se encuentra la vaca de leche, y aun así sólo como tal, y no como animal de cría; en torno de las grandes fábricas de azúcar de remolacha y de alcohol no se cría más que ganado de cebo. En las regiones montañosas se crían también razas especiales; la cría del ganado lanar predomina en los terrenos ligeros, conviniendo para las razas de lana fina las alturas secas de las formaciones triásica y jurásica, mientras que en las llanuras bajas y fértiles se crían mejor la oveja y el buey de cebo, y en las llanuras ó montes ricos en prados, los animales que constituyen la base de la industria lechera, ó sea la producción de mantecas y quesos.

ENFERMEDADES

El ganado de Rusia se halla constantemente amenazado por la peste bovina, una enfermedad contagiosa que se propaga á otros animales y es endémica de las estepas rusas y del Asia occidental. No se conoce remedio contra este mal, que se propaga por medio de todo cuanto se pone en contacto con los animales enfermos; la única manera de combatirlo consiste en aislar con gran cuidado los animales sospechosos de infección, y matar sin contemplación y enterrar en seguida cualquiera realmente atacado; de otra suerte, los ganaderos no se pueden librar de pérdidas enormes. De cuando en cuando se ha propagado la peste bovina desde Rusia, los Principados Danubianos ó Austria al Occidente de Europa, causando profundos estragos; en el siglo último fueron diezmados varias veces de este modo los ganados europeos, y en 1865 un cargamento de ga-

nado embarcado en Odessa llevó la enfermedad á Inglaterra, donde causó la muerte á centenares de miles de cabezas del mejor ganado vacuno, propagándose desde allí á Holanda y Alemania.

Tanto el ganado vacuno como el lanar, el de cerda y el caballar, asnal y mular, son atacados por otras muchas enfermedades más ó menos temibles, que afectan, ora á los órganos digestivos, ora á los respiratorios, ora á la piel, los pies, la boca, etc., entre ellas el *anthrax* y la *triquinosis*, que pueden propagarse al hombre. Dichas enfermedades son en parte propias de los animales mismos, y en parte la consecuencia de la manutención, la alimentación y los trabajos á que el hombre los obliga. Pero en general, puede decirse que los animales domésticos padecen menos enfermedades bajo la mano del hombre que en estado de libertad, si bien, merced á la domesticación, se han hecho más delicados y en parte también menos fecundos.

ACLIMATACIÓN DE ANIMALES DOMÉSTICOS

Se ignora cuándo empezó, y todo cuanto se ha dicho á este propósito es puramente hipotético.

El perro parece haber sido el primer compañero del hombre, al menos en Europa, pues entre los restos de los palafitos suizos y campamentos prehistóricos dinamarqueses, se encuentran huesos del perro, mezclados con trozos de vasos y restos de otras clases. En segundo lugar se domesticó probablemente la oveja, que se hallaba en tiempos remotos diseminada por todo el hemisferio septentrional del globo en estado silvestre; y después se domesticaron la vaca, la cabra, el asno y el caballo. El cerdo, según se admite generalmente, procede del jabalí, que todavía se encuentra en diferentes partes de Europa. El gato aparece primero en tiempos históricos, como animal doméstico y señaladamente como cazador de ratones; en el Norte de Europa eran todavía muy raros los gatos en el siglo XII. El gato doméstico procede del Egipto y no del gato montés (que vive aún en las selvas europeas), como se creía antes.

Entre las aves, la paloma fué tal vez la primera que buscara la sociedad humana; pero la gallina se criaba también por el hombre en una antigüedad muy remota. El ganso parece haberse domesticado primero en Egipto, y era un ave muy común entre los antiguos griegos; se considera como descendiente del ganso gris ó selvático, que abunda todavía en las regiones frías del globo. Más tarde se domesticó el pato, pero no se sabe con certeza de dónde procedió. El cisne tiene su origen en las regiones septentrionales de Europa y Asia. Al describir más adelante las diferentes especies de animales domésticos, consideraremos más detenidamente su origen.

En la Introducción general á esta obra hemos referido cómo las conquistas

de Alejandro ensancharon las miras de los griegos, hecho que se manifestó, entre otros, en el desarrollo que adquirió después la cría de los animales domésticos. Por aquella época existían desde hacía tiempo en Persia grandes jardines zoológicos ó *paraísos*, como se llamaban, en los cuales se conservaban y cuidaban toda clase de animales raros, hermosos ó útiles; afición que se propagó después á Grecia, y más tarde tomó en Roma proporciones exageradas, dando lugar á extravagancias sin cuento y despilfarros consiguientes. Según la leyenda, los Argonautas trajeron á Grecia desde el río Phasis, el faisán, que pronto alcanzó gran celebridad, estimándose mucho por los gastrónomos romanos; Carlomagno introdujo en Alemania su cría, y en el siglo XVI abundaba ya tanto en estado silvestre, que fué objeto de disposiciones cinegéticas especiales. El faisán dorado, que tanto admiramos, vive en China en estado semisilvestre. Desde el Asia envió Alejandro Magno á Grecia pavos reales y papagayos; entre los romanos se comían los primeros, hecho que contribuyó á su propagación en Europa. La gallina morisca ó pintada tuvo su origen en el Africa septentrional.

Además de los nombrados, que pronto tomaron en los países europeos carta de naturaleza, se trajeron antiguamente á Roma, desde comarcas lejanas, gran número de animales singulares, ora para satisfacer la curiosidad y el orgullo nacional, ora para dar nuevos atractivos á los bárbaros espectáculos del Circo, en los cuales solían sacrificarse centenares de avestruces, leones, panteras, jirafas, osos, elefantes, cocodrilos, tigres, hienas, hipopótamos, rinocerontes, ciervos, jabalíes y asnos y caballos silvestres. Con ocasión de su triunfo, mandó el emperador Probo convertir el circo en un bosque, en el cual se soltaron mil avestruces, mil ciervos, mil jabalíes, cien leones, cien leonas, doscientos leopardos de Libia y Siria, trescientos osos, camellos y otros varios animales, para que pelearan primero entre sí y fuesen luego rematados por los gladiadores.

Aunque en el fondo casi tan censurable como el alarde absurdo que acabamos de referir, el lujo gastronómico de los romanos tuvo al menos la ventaja de promover la cría sistemática de ciertas especies animales, conduciendo más en especial al perfeccionamiento de la piscicultura. Pipercio Optato, por ejemplo, aclimató el llamado pez papagallo, propio del mar de Grecia, en el mar de Toscana, donde se encuentra actualmente, apreciándose todavía mucho por la bondad de su carne.

Durante la Edad Media prestaron los árabes grandes servicios en la cría y aclimatación de razas finas de ganado; llevaron caballos de gran valor á la corte de Carlomagno, introdujeron en España la célebre casta de los merinos, y ensancharon el campo del camello. También les debemos la aclimatación del gusano de la seda, y se les atribuye la introducción en Italia del puercoespín, que engorda fácilmente, y cuya carne se estima todavía en dicho país.

Algunos siglos después se introdujeron en nuestro continente, desde América, el pavo, el conejillo de Indias y el pato almizclero. La cochinilla, tan apre-

ciada antes en la tintorería, se trasladó desde Méjico á la India, á España y Córcega, y más tarde, en 1827, á las islas Canarias. En cambio, varios animales propios del viejo mundo pasaron al nuevo después de su descubrimiento. Colón llevó allí gallinas y gansos; se introdujo la carpa en las aguas dulces de América, y el gusano de seda se aclimató allí pronto. La abeja siguió fielmente al europeo á medida que iba penetrando en el interior de aquel continente, y continúa haciendo la conquista del país por cuenta propia, calculándose que avanza actualmente, cada año, 280 kilómetros más hacia el Oeste. Las primeras abejas se introdujeron en la América del Norte por el año 1675; no se habían propagado aún hasta el Misisipí en el de 1797, pero catorce años más tarde se encontraban ya 840 kilómetros más allá en las márgenes del Misouri. Nuestros antepasados introdujeron el caballo y la vaca en América, donde, andando el tiempo, se han vuelto silvestres en parte; actualmente se han iniciado por allí nuevos ensayos de aclimatación de dichos ganados europeos. Después de introducir nuestras ovejas, se trata de aclimatar el camello en ciertas regiones americanas. El faisán y el ruiseñor se encuentran ya perfectamente allende el Atlántico, lo mismo que en otras partes, y el gorrión, que antes no se conocía, constituye hoy en la América septentrional una verdadera plaga. Consignaremos, por último, que el caballo, la vaca y el cerdo fueron introducidos por el célebre viajero Cook, en el siglo último, en las islas del Pacífico.

Mucho tiempo transcurrió antes de que los naturalistas apreciaran en todo su valor la importancia de la aclimatación de plantas y animales extraños, y Buffon fué uno de los primeros que no se cansaba en llamar sobre ella la atención. Pero pocos hicieron caso de sus prácticas advertencias, y los agricultores no demostraron verdadero interés en el asunto hasta después de que, en el siglo pasado, los grandes terratenientes ingleses comenzaron, por mera afición, á poblar sus corrales con faisanes chinos. Las primeras observaciones prácticas se hicieron, pues, en el terreno de la cría de aves domésticas; pero poco á poco fuese aplicando la experiencia adquirida á la cría de ganados en general; se constituyeron Sociedades de aclimatación, y se fundaron grandes establecimientos zootécnicos destinados á la connaturalización de animales útiles, siendo uno de los primeros el de Kingston, cerca de Londres. Los jardines zoológicos, que en los últimos tiempos se han multiplicado y desarrollado sobre bases científicas, tuvieron al principio poco de común con aquellos primeros ensayos de aclimatación; el *Jardin des Plantes*, en París, la institución más antigua del género, no era en su origen sino una gran casa de fieras ó animales raros, y el Jardín Zoológico de Londres, el más perfecto de cuantos existen en la actualidad, no tuvo al principio otro objeto que el de satisfacer la curiosidad del público. Pero más tarde vinieron los ensayos de aclimatación á constituir una parte esencial del programa, tanto de los dos institutos referidos, como de los demás jardines zoológicos fundados posteriormente en diversas capitales del Norte y

Centro de Europa, y en el Bois de Boulogne, inmediato á París, existe hace ya años un hermoso establecimiento, el *Jardin d'Acclimatation*, destinado exclusivamente al objeto que indica su nombre, y de cuya dirección se halla encargado el inglés Mitchell, antes director del Jardín Zoológico de Londres. En Berlín se ha constituído también un Instituto central de aclimatación, del que depende gran número de Sociedades análogas, distribuídas por todo el imperio alemán.

Aunque durante el transcurso de los tiempos ha aumentado poco el número de especies de animales domésticos, pasando apenas de 40 ó 50 de las 240.000 ó más especies animales que se conocen actualmente, hay que tener presente que la esencia de la aclimatación no consiste en un mero aumento de dicho número. Su objeto principal es el de difundir ó generalizar en lo posible los animales reconocidos como los más útiles, dedicándose con frecuencia á la propagación de variedades ó razas que se han desarrollado de un modo especial en tal ó cual comarca europea, más que á la introducción de especies exóticas ó completamente extrañas.

Acerca de la importancia que para la cría de ganados tienen las Exposiciones agrícolas, no necesitamos insistir, pues es evidente que los estudios comparativos á que dan lugar, tienden á aumentar los conocimientos, á la vez que semejantes exhibiciones, y los consiguientes premios, constituyen siempre, un sano estímulo para ensayos y esfuerzos nuevos.

PRODUCTOS DE LA CRÍA

El resultado más notable alcanzado hasta hoy con el ganado vacuno destinado á la cebadura, se cifra en el célebre buey de Durham (Inglaterra), que á los diez años pesaba 1.739 kilogramos, y se vendió por 52.500 pesetas á un especulador que se dedicó á enseñarlo por dinero á los curiosos. Después de una enfermeded aguda, de que sanó, nunca recuperó dicho buey su peso original; pero después de matado tuvo todavía 1.310 kilogramos, de los que 1.181 representaban carne, 78 piel y 71 cebo; el lomo ostentaba una capa de grasa de 23 milímetros, y las caderas otra de 30 milímetros de espesor. El peso de la pieza muerta representaba el 86,6 por 100 del del animal vivo, siendo así que, por regla general, dicha proporción en bueyes cebados no suele pasar del 70 por 100, mientras que el peso en vida de los animales más notables excede rara vez de 1.250 kilogramos.

Respecto del ganado vacuno, se admite generalmente que las terneras tienen, al nacer, de $^1/_{10}$ á $^1/_{12}$ del peso de la madre; tratándose del ganado de cebo, el dueño puede estar contento si el peso aumenta á razón de un kilogramo diariamente; pero se han obtenido aumentos considerables, hasta de 2.5

kilogramos diarios. Algunos ganaderos experimentados han logrado que el peso de la cría alcance y aun supere al de la madre en el primer año, mientras que en condiciones normales el animal necesita de cuatro á cinco años para su completo desarrollo. La madurez precoz es el fin que se persigue con el ganado destinado exclusivamente al matadero; pues cuanto más pronto se reembolsan los gastos de la crianza, tanto mayor es la renta que se alcanza.

El ganado que se destina á la producción de la leche tiene que criarse de un modo enteramente distinto; en este caso el desarrollo precoz no sirve de nada, y los gastos de crianza tienen que reembolsarse con los productos ulteriores. Las buenas vacas de leche se conservan todo el tiempo que sea posible, y el que posee una buena casta debe esforzarse para conservarla y multiplicarla. La mayor cantidad de leche obtenida de una vaca en un año es la que se registró una vez en una quinta de la provincia de Sajonia (Prusia), y se elevó á 8.476 litros; pero, por regla general, las mejores vacas de leche holandesas, suizas, inglesas y bávaras, no dan, por término medio, mucho más de 3.000 litros al año, mientras que las vacas ordinarias suelen producir de 1.500 á 2.500 litros. Pero para el labrador práctico importa más averiguar qué vaca aprovecha mejor el pienso y rinde la mayor ganancia líquida, que no parar mientes en cuál produce la mayor cantidad de leche.

En cuanto al ganado lanar, queda aún por resolver el problema de criar animales que produzcan á la par la mejor lana y la mejor carne; actualmente se crían por separado ovejas de cebo y ovejas de lana. De las primeras, las mejores razas son las inglesas, alcanzando los animales 125 y hasta 150 kilogramos de peso útil. Entre las segundas, los merinos, que se propagaron por Europa desde España, pero que se hallan hoy muy decaídos en nuestro país, y que son animales pequeños de 20 á 25 kilogramos de peso útil, dan la lana más fina; en otros tiempos este producto se pagaba en Alemania á razón de 1.500 y más pesetas por 100 kilogramos; pero en la actualidad no excede el precio generalmente de 975 pesetas, porque la industria textil puede producir tejidos de primera clase con lanas de calidad inferior. Las castas lanudas más finas producen algo más de medio kilogramo de lana por cabeza; las grandes ovejas inglesas dan tres kilogramos, y excepcionalmente hasta seis kilogramos de lana; pero, como es natural, la cantidad se halla en relación inversa de la cantidad. Las mejores ovejas de lana ó de cebo alcanzan á veces precios enormes, hasta 4.000 pesetas, y se han pagado carneros padres á razón de 12.000 á 13.000 pesetas.

El ganado de cerda se cría solamente en vista de su carne y tocino, ó con el fin de producir animales muy fecundos. El cerdo reembolsa pronto los gastos de su crianza, y alcanza la mayor proporción en el peso útil, ó sea el 96 por 100 del peso en vida.

Después de las generalidades que preceden, consideremos más de cerca los animales de cuya cría se ocupan preferentemente los ganaderos y agricultores.

GANADO CABALLAR, ASNAL Y MULAR

El caballo es, sin disputa, el más noble de los animales domésticos. Según la mitología griega, fué creado por Poseidon (Neptuno), el dios de los mares, con motivo de la competencia suscitada entre él y Athene (Minerva), diosa de la sabiduría, respecto de la provincia del Atica qne los dioses destinaban en propiedad al que produjera la cosa más útil; aunque Athene resultó vencedora por la creación del olivo, el caballo fué también objeto de la mayor veneración. Según diferentes mitos, el caballo fué amansado y reducido al servicio del hombre por Cástor, Bellerophon, las Amazonas ó los Centauros. Con el caballo alado Pegaso, que nació de la sangre de Medusa, venció Perseo al monstruo Ceto, y Bellerophon á la Quimera y las Amazonas. Los caballos de color de rosa, Lampos y Phæthon, arrastraban el carro dorado de Eos (Aurora); otros de fuego el carro resplandeciente de Helios (el Sol), y el de Poseidon surcaba las olas, tirado por los caballos marinos Enkelados, Rhenoe, Eriolo y Glaukos.

Pero este noble animal no se relaciona solamente con los dioses, sino que desde muy antiguo desempeñó importantes papeles en la vida humana y la historia de la civilización. Los antiguos egipcios, á juzgar por las esculturas de sus monumentos, empleaban en el arrastre de sus carros de guerra y caza, así como para montar, caballos de talla mediana, pero de hermosas proporciones, y los utililizaron también como bestias de carga. Los escitas eran jinetes célebres, y de ellos aprendieron los griegos á servirse del caballo como cabalgadura; Alejandro Magno domó á Bucéfalo y construyó en su honor la ciudad de Bukephala. Los habitantes de la Bretaña (Inglaterra) combatieron á las legiones montadas por César, desde lo alto de sus carros de guerra, tirados por caballos. Calígula tributaba á su caballo favorito los mayores honores y quería nombrarlo Cónsul; pero afortunadamente murió el animal antes que se consumara semejante extravagancia. Brillader, del valeroso Orlando; Babieca, del Cid Campeador; Rocinante, de D. Quijote; Gazela, de Balduino, y otros varios, son nombres de caballos cuya memoria ha sido perpetuada por poetas y escritores populares. En la Biblia canta Job al caballo, y el rey Salomón estableció yeguadas, á las que algunos atribuyen el origen de las razas más nobles del caballo árabe, y practicaba el comercio de caballos como una prerrogativa de la corona. Los antiguos persas sacrificaban caballos blancos al sol; Cartago escogió el caballo como símbolo; los hunos y escitas comían, bebían y dormían montados en sus caballos, y varios pueblos tenían la costumbre de quemar el caballo de batalla con el cadáver de su dueño. Los antiguos germanos tenían caballos sagrados, que decidían de la suerte de los prisioneros destinados á los sacrificios; su pie derecho era el de la gracia y el siniestro el de la muerte, y según que el caballo,

al pasar sobre una lanza tendida en el suelo, alzaba primero el uno ó el otro, se perdonaba la vida á la víctima ó se consumaba el sacrificio. Los antiguos germanos mantenían caballos blancos en recintos sagrados, y veían en sus relinchos presagios favorables ó desfavorables para las empresas guerreras, pues atribuían á dichos animales una participación en los secretos sacerdotales.

Durante la Edad Media perdió la veneración del caballo su carácter religioso, pero nació, en cambio, entre el caballero y el animal que montaba, una relación íntima, que se tradujo manifiestamente en la denominación de «caballeros.» En España se consideraba como impropio de un caballero el cabalgar en una yegua. Hubo obispos, en aquellos benditos tiempos de antaño, que mantenían en sus cuadras hasta centenares de caballos de silla, mientras los pobres de su diócesis yacían en la mayor miseria. Las cuadras de muchos nobles ofrecían el aspecto de palacios, y así como en la época de los Carlovingios hubo «condes de las caballerizas reales,» la dignidad de «caballerizo mayor» es codiciada todavía en nuestras cortes europeas modernas. En nuestros tiempos el caballo de lujo sigue siendo con frecuencia objeto de una especie de veneración ridícula, que raya en idolatría y hace que se le construyan á veces cuadras provistas de comodidades de que carecen muchísimas personas; exageración condenable, con la que contrasta favorablemente esa devoción proverbial que muestra el árabe hacia su compañero de fatigas.

Ningún animal puede compararse al caballo por la hermosura de sus formas y calidades. El ardor y el valor, la inteligencia y la fidelidad, la majestad y la belleza son sus atributos, siempre que no haya sido degradado por los malos tratamientos y la tiranía á que le somete á veces el hombre. Pero también pueden desarrollarse en él las malas pasiones de su amo y señor; y á este propósito se cita un hecho histórico. Durante la guerra de los treinta años (siglo XVII), unos soldados españoles tuvieron que embarcarse precipitadamente en la Jutlandia, abandonando en la playa sus hermosos caballos andaluces, y era de ver; desde los buques, cómo estos animales, acostumbrados á los combates, se laceraban y despedazaban.

Entre el noble caballo árabe y el caballo silvestre de Siberia se cuentan innumerables razas. Acerca de la patria primitiva del caballo, sólo pueden formarse conjeturas en el estado actual de nuestros conocimientos; hay quien concede al caballo silvestre del desierto de Gobi, en el Asia central, los honores de una raza primitiva, y se halla también profundamente arraigada la creencia de que el caballo es propio de nuestro hemisferio y que no se conoció en América antes del descubrimiento de Colón. Pero sobre este punto comienzan á formularse dudas, más ó menos fundadas, y lo cierto es que en aquel continente existía el caballo en una época geológica relativamente reciente, que puede llamarse con propiedad «prehistórica,» pues sus restos fósiles se han encontrado en abundancia en diferentes comarcas, desde Alaska, en el Norte, hasta Pata-

gonia, al Sur. Pero sea cual fuere el origen del caballo, es evidente que se diseminó por la tierra, y que bajo la influencia de climas, alimentos y tratamientos diversos, se modificaron más ó menos con el tiempo su forma, color y capacidades.

Hoy tenemos caballos para todos los gustos, con cabeza larga, corta, ancha ó estrecha; orejas grandes, pequeñas, tiesas ó caídas; lomo derecho, cóncavo ó convexo; cascos redondos, altos, bajos, anchos, etc., y piernas, cuello y crines de todas clases. La alzada varía entre 1 y 2,20 metros; la duración de la vida

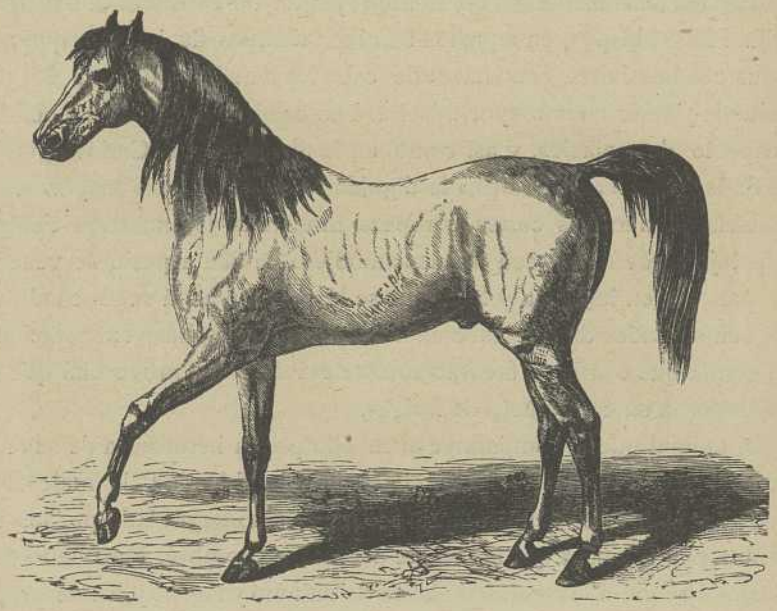


FIG. 234.—Caballo árabe.

depende de la raza, el empleo y diversas circunstancias. Aristóteles habla de un caballo de sesenta y nueve años de edad; pero la longevidad puede fijarse, por término medio, en cuarenta años, si bien, por regla general, el caballo queda inservible al cabo de veinticinco años. En cuanto al color, se nota también mucha variedad, desde el negro, pasando por todos los matices de gris y castaño, hasta el blanco, amén de otros colores menos comunes; además se presentan con frecuencia manchas de color distinto en la frente, los labios y los pies, y diversas combinaciones como, por ejemplo, el cuerpo castaño con los cabos negros.

Por su belleza externa, el ideal actualmente, lo mismo que en los antiguos tiempos de florecimiento de Asiria y Persia, es el caballo árabe (fig. 234). Allí donde el Achos y el Arios regaban las llanuras hircánicas de Nicea, pastaban aquellos caballos nacidos del fuego y el viento, á cuyo progenitor, según la leyenda, dijo Allah: «Te he creado sin igual; los bienes de la tierra descansarán

entre tus ojos; te haré el más feliz de todos los animales, pues siempre te amarán los hombres; volarás sin alas, y sólo te montarán aquellos que me son fieles.» Sin embargo, el caballo inglés de pura sangre (fig. 235) aventaja en muchos conceptos al árabe; pero también es verdad que corre en sus venas algo de la sangre de éste.

Las especies animales más afines del caballo son: la zebra, del Africa meridional, y sus parientes el hipotigre y el quagga; el asno silvestre, cuyas especies y variedades se encuentran en diferentes partes de Asia y Africa, y el *dschig-*

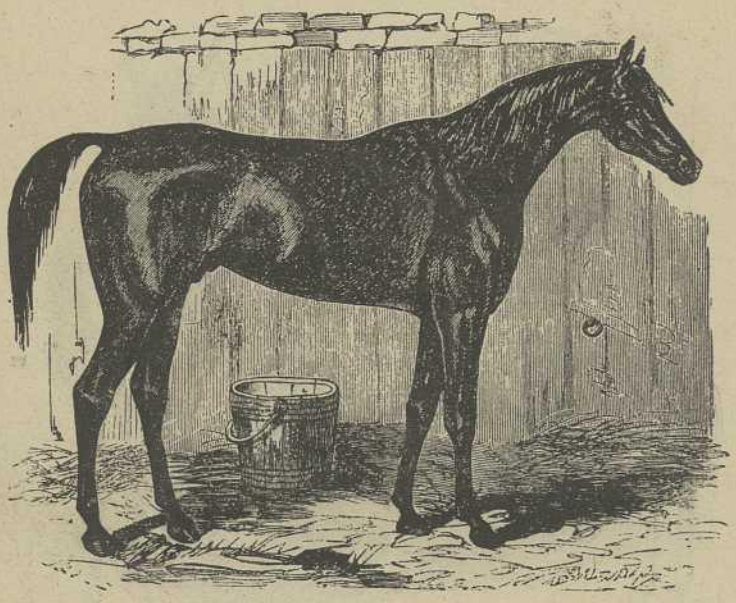


FIG. 235 —Caballo inglés, de pura sangre.

getai ó hemion, precioso animal del Asia central, especialmente de las altillanuras de la Mongolia, que nunca ha sido domesticado en su patria, pero que se ha cruzado en Europa con el asno, la zebra y el caballo. En cuanto al asno doméstico, tan comúnmente empleado en nuestro país como bestia de carga y para montar, y que presta tan buenos servicios, procede, según Wilckens, del asno silvestre de las estepas del Africa septentrional (*Equus tæniopus*), si bien otras autoridades atribuyen su origen en parte al onagro (*Equus onager*), una especie silvestre que se encuentra en Siria, Arabia, Persia y la India.

El mulo (fig. 236) resulta del pareo del asno con la yegua, ó del caballo con la asna; pero se estima mucho más el que tiene por padre al asno. En el Norte de Europa se emplea poco; pero en el Mediodía de Francia, en España é Italia, se aplica, como saben nuestros lectores, á los usos más diversos, siendo más sobrio y menos sujeto á enfermedades que el caballo, y también más resistente y seguro en comarcas montuosas; en cambio el mulo no puede arrastrar un peso

tan grande como un buen caballo, y en la carrera queda muy á la zaga de éste. En agricultura es muy conveniente para ciertas labores en hileras, porque tiene cascos mucho más pequeños que el caballo de carga.

Volviendo al caballo, se distinguen las siguientes especies. El caballo desnudo, es decir, que carece completamente de pelo, y se encuentra en Abisinia y en Asia. El caballo enano, progenitor de todas las jacas pequeñas que se comprenden bajo la denominación inglesa *pony*, adoptada en otras lenguas; se halla todavía en estado silvestre en Cerdeña y Córcega, mientras que en Inglaterra

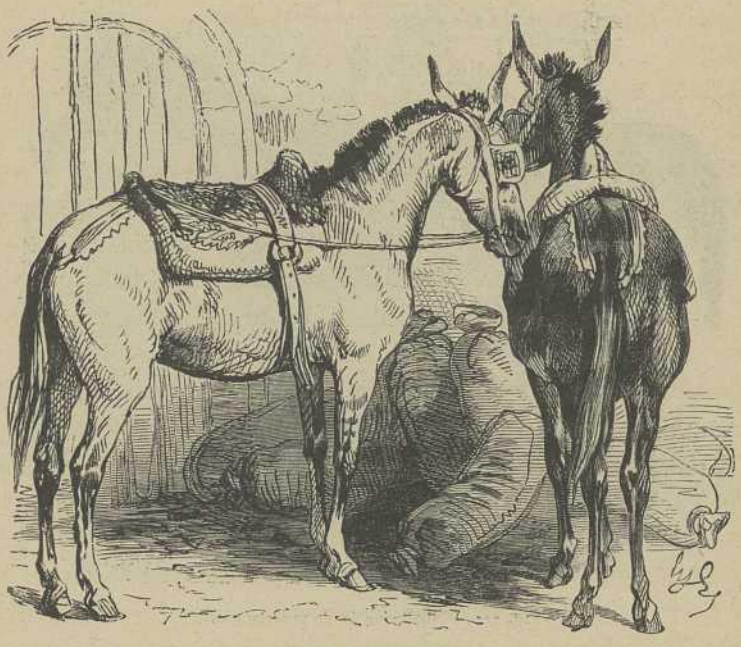


FIG. 236.—Mulos.

existen diversas razas, mejoradas por la cría, siendo célebres por su pequeñez los *ponies* de la raza de Shetland; cuéntase, y no tiene nada de extraño, que un oficial inglés presentó á la reina un animal adulto de esta casta, llevándolo debajo del brazo á la real estancia.

Todos los caballos de raza fina derivan del caballo oriental, y pueden clasificarse en pesados y ligeros. De los primeros, el más perfecto es el caballo flamenco, propio para el arrastre de cargas muy pesadas, y que se ve con frecuencia en las grandes ciudades del Norte; se distingue por sus enormes cascos, su gran alzada y la fuerza y anchura de su lomo, cuello y cabeza. Los pesados caballos de carro ingleses, procedentes de los condados de Suffolk y York, son muy parecidos al anterior. En Francia se celebran desde muy antiguo los caballos de carga de Boulogne, de los Ardenas, de Bretaña y Picardía; en tiempos recientes se estiman muy especialmente los llamados *percherons*, del

antiguo condado de Le-Perche, al Sur de Normandía. Los caballos pesados más notables de Alemania son los de Oldenburgo, Hannover y Prusia oriental, y en Austria se celebran los de Salzburgo y del Pinzgau.

Entre los caballos ligeros ocupan el primer puesto los árabes; se distinguen allí los *kochleani*, de los *attachi* ó caballos silvestres, y de los *kadischi*, ó caballos de origen desconocido, y se atribuye el origen de los animales más nobles á las yeguas favoritas de Mahoma, cuyos nombres se conservan. Los árabes tienen sus caballos en grande estima, apreciando más las yeguas; por regla general, sólo venden caballos enteros, y por una buena yegua piden actualmente hasta 37.000 pesetas. No menos hermosos, aunque menos estimados que el árabe, son los caballos egipcio, persa, berberisco, nubio y turcomano. Todos ellos están comprendidos bajo la denominación de «caballo oriental,» y se distinguen ante todo por su gran resistencia; un buen caballo árabe puede recorrer con su jinete de 105 á 115 kilómetros diarios, durante cinco ó seis días seguidos, y repetir la faena después de dos días de descanso; sabido es que en Argel los ordenanzas recorren con sus caballos árabes hasta 250 kilómetros en veinticuatro horas, y que los árabes, huyendo de la persecución, han caminado 340 kilómetros en treinta y seis. El caballo es el compañero del árabe y su defensor más fiel; para probar la genuinidad de su raza, se lanza á carrera tendida por el desierto, y bañado en sudor se le echa seguidamente al agua; si al salir come la cebada que se le pone delante, queda legitimado como verdadero *kochleani*.

Hace mucho tiempo que se trajeron á Europa caballos árabes genuinos; las mejores yeguadas las tenían los moros en nuestro país, y algunos de los animales más perfectos se criaron después en Inglaterra. En este país se llevan todavía, con el mayor cuidado, libros genealógicos en que consta la descendencia de doce yeguas berberiscas por los caballos padres Godolfin (berberisco), Darley (árabe) y Byerley (turcomano), que vivían en tiempo de Carlos II (1660-85); los animales de tal procedencia se llaman *de pura sangre*, si bien esta denominación se aplica actualmente, no sólo á caballos, sino también á los animales más perfectos de los géneros vacuno, de cerda, lanar, perros, etc. Originariamente se decía que los caballos, ó en general los animales comunes del país, sólo tienen «sangre común,» y se creía que mediante su pareo con animales de sangre más noble, se lograba un equilibrio perfecto de las calidades de ambos. Se designaba la sangre del animal noble con el número 100, y la del común con 0; un pareo de 100 + 0 daba, según aquella opinión, el término medio $\frac{100 + 0}{2} = 50$, ó sea la *media sangre*, y ésta, pareada con 100, daba $\frac{100 + 50}{2} = 75$, ó un *tres cuartos de sangre*, y así sucesivamente. Es claro que de este modo nunca se llegaba al valor entero 100, pero se acercaba mucho á él en la octava generación; de modo que allí donde se cruzan consecuentemente las razas comunes con animales nobles, puede considerarse

como consumado el ennoblecimiento al cabo de ocho ó diez generaciones.

Los caballos de pura sangre propiamente dichos, son los que descienden directamente de padres árabes ó berberiscos, y que, por lo tanto, no deben llevar sangre extraña alguna; pero tanto en Inglaterra como en otros países, se ha empleado la sangre pura para perfeccionar otras razas. Entre los ganaderos sigue todavía en pie la controversia sobre si la sangre árabe ó la pura sangre inglesa se presta mejor á dicho perfeccionamiento. El caballo de sangre pura inglesa es, sin disputa, el más activo del mundo; es mayor, más fuerte y musculoso que el caballo árabe, si bien queda atrás de éste en cuanto á hermosura y resistencia á la fatiga prolongada. Es un producto del cuido más esmerado, del clima y demás condiciones de su país y de la alimentación, creado, digámoslo así, en Inglaterra, en vista de la afición nacional á las carreras, comparable á la nuestra por las corridas de toros, y que va ganando terreno hoy en otros países, especialmente desde que algunos caballos criados en Francia, aunque de procedencia inglesa, y pertenecientes á franceses, triunfaron de sus hermanos de Albión, arrebatándoles premios muy codiciados. Uno de los más célebres caballos de carrera ingleses fué el llamado *Eclipse*, que siempre recorría la milla inglesa (1.609 metros) en dos minutos; nunca fué vencido, jamás fué objeto de multa por renunciar á correr, y ganó premios por valor de 625.000 pesetas; cuando tenía este caballo diez años de edad, pedía por él su dueño en venta 25.000 libras esterlinas, una renta vitalicia de 500 libras, además de otras ventajas. Mencionaremos también el caballo *Flying Childers*, que recorrió una vez cuatro millas, ó sea cerca de seis kilómetros y medio, en siete minutos y treinta segundos; *Hulls Quibbler*, que corrió 23 millas (37 kilómetros) en cincuenta y siete minutos y diez segundos; *Hero*, que saltaba 7,30 metros en sentido horizontal, y *Baronnet*, que saltaba 9,14 metros; y por último, *Foxhunter*, que recorrió 1.463 metros en trece minutos, saltando de paso sesenta y cuatro obstáculos, entre ellos muros de metro y medio de alto.

En Inglaterra se crían, además del caballo de carrera propiamente dicho, caballos especiales para la caza, el paseo, el viaje, el ejército, el tiro de carruajes, carros, la labranza, etc., en una palabra, razas especiales para distintos objetos, en lo cual son los ganaderos ingleses incontestablemente superiores á los de otras naciones. Las carreras dieron el impulso á todo esto, y en tal sentido tienen su mérito; pero el caballo de carrera es objeto de puro lujo y tiene poco valor para otros usos.

En Francia constituyen las razas más nobles los caballos del *Limousin*, que tienen sangre árabe; los del *Auvergnat*, fruto del cruce de los primeros con los caballos bretones ligeros, y los normandos finos, que proceden originariamente de berberiscos y árabes. España era antes renombrada por sus hermosos caballos andaluces, animales nobles, de bastante estampa y peso, producto del cruce de caballos berberiscos y franceses, que ya casi han desaparecido de entre nos-

otros. Italia se distingue por sus hermosos caballos napolitanos y romanos, mixtos de andaluces y árabes, con sangre de caballos franceses pesados. Austria tiene yeguadas de mucho valor, mereciendo citarse los caballos de Transilvania, ennoblecidos con sangre andaluza; los *kladrup*, *lipizza*, *kis-ber* y otras varias razas, procedentes del caballo árabe cruzado con caballos españoles, napolitanos, franceses ó ingleses. Alemania posee también buenas razas en las yeguadas de *Trakehnen* (Prusia), *Graditz* (Sajonia), *Berberbeck* (Hessen-Cassel) y *Redefin* (Mecklenburgo), que proceden principalmente del cruce de sangre orien-



FIG. 237.—Caballo ruso de la casta de Orlow.

tal é inglés con la patria; Dinamarca ha ennoblecido sus caballos nacionales con sangre andaluza, mientras que en Rusia predominó siempre la sangre oriental, siendo célebres los caballos de la casta de Orlow (fig. 237), la de los cosacos, del Cáucaso, etc.

La cuestión de si conviene que los Gobiernos tomen parte activa en la cría caballar, manteniendo yeguadas oficiales, ó si deben dejar dicha cría á la iniciativa particular, no está aún resuelta; pero los intereses de los ejércitos reclaman, cuando menos, una inspección ó intervención gubernamental. El Estado no puede producir caballos baratos, pues está probado que cada caballo de tres á cuatro años le sale de 15 á 40 por 100 más caro que el precio corriente de caballos de remonta de igual calidad; que los gastos de manutención de las yeguas ascienden con frecuencia al doble de los originados en yeguadas particulares, y, por último, que siempre es mayor el número de potros vivos en éstas que en las yeguadas oficiales. Que la cría caballar, bien entendida, resulta á

veces muy lucrativa, lo prueba, entre otros hechos, la venta en subasta de la célebre yeguada inglesa de Midle-Park, que se verificó hace algunos años: por los famosos vencedores de las carreras del Derby, *Blair-Athol* y *Gladiateur*, se pagaron 187.500 y 337.500 pesetas respectivamente; el Gobierno prusiano adquirió un caballo en 168.750 pesetas, y el Gobierno sajón otro en 45.000; otro se vendió por 75.000 pesetas, etc. Todos estos caballos eran finos; pero también se obtienen muy buenos precios (hasta 50.000 pesetas) por caballos padres de la raza de Suffolk, por ejemplo, ó sean animales pesados, para tiro.

De algún tiempo á esta parte va aumentando el consumo de la carne de

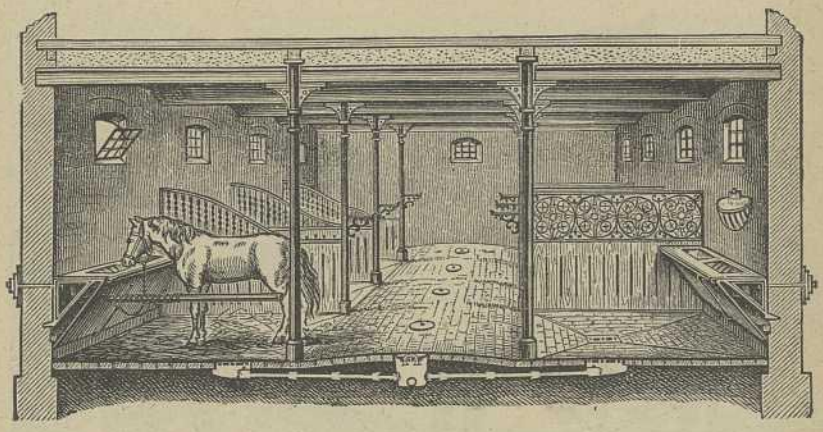


FIG. 238.—Cuadra modelo para caballos.

caballo como alimento humano: se mata actualmente, con este objeto, un caballo por cada 140 habitantes en Copenhague, por 177 en Berlín, por 481 en Viena y por 750 en París; en la capital alemana se consumieron 500 caballos en el año 1847; número que en 1868 se elevaba ya á 4.026.

GANADO VACUNO

Del ganado bovino ó vacuno se conocen hasta hoy diez especies vivientes y varias fósiles; entre las últimas mencionaremos el uro *(Bos primigenius)*, que abundaba todavía en la Europa central en tiempos de los primeros Emperadores romanos, hallándose hoy totalmente extinguido, y que se considera como el progenitor de muchas razas domésticas. De las especies aún vivientes, el *bisonte europeo*, que en épocas anteriores se encontraba en toda Alemania y en Suiza, se halla en la actualidad tan sólo en la Lituania y el Cáucaso; el *bisonte americano*, que hasta hace poco se veía en la mayor parte de la América septentrional, se encuentra solamente en las llanuras allende del Misouri; el *buey*

almizclero es natural de las regiones polares, al Norte del Canadá, y también de Groenlandia; el *yak* (fig. 239), con cola de crín sumamente fina, más poblada que la del caballo, y largos pelos que bajan hasta los pies, es originario del Tibet y la Mongolia, donde se encuentra en estado silvestre y domesticado; el *buey espinoso* es natural del Asia central, y el *gayal* de Bengala y del Arracán; el *gaux* es una especie silvestre del Asia Menor; el *zebú* (fig. 240), con su joroba de grasa y formas esbeltas, se emplea como bestia de carga y cabalgadura en el Asia oriental y en África; el *búfalo* (fig. 240) se encuentra en estado silvestre

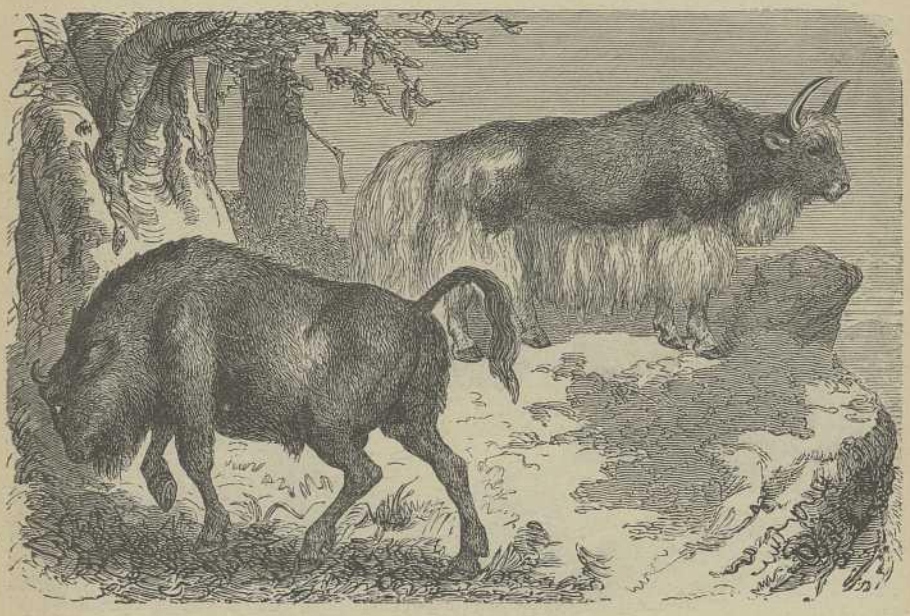


FIG. 239.—Yak y toro escocés.

en la India y el Sur de Africa, pero como animal domesticado es muy apreciado en Asia, Italia é Hungría para el tiro, en vista de su fuerza, y se presta cual ninguno á la labranza de los arrozales, dada su predilección por las comarcas pantanosas; como animal productor de leche y carne, tiene poco valor. En cuanto á nuestra vaca domesticada, se presenta hoy en muchas razas, cuyo origen, según las investigaciones más recientes, basadas en la forma ó construcción del cráneo, se remonta á las tres razas primitivas, ya extinguidas, llamadas *Bos primigenius, Bos frontosus* y *Bos brachyceros*, de que se encuentran abundantes restos fósiles.

Los mitos, las leyendas y tradiciones de los pueblos demuestran que en todos los tiempos se ha venerado el buey, y hasta en el cielo brilla la constelación del Toro. A Júpiter se le sacrificaban cien toros blancos con cuernos dorados, en forma de hecatombe, y este mismo padre de los dioses, transformado en toro, robó, según el mito, á la bella Europa, hija de Agenor, rey de Fenicia. El

rey mítico Augias parece haber sido uno de los ganaderos más considerables de la antigüedad, puesto que uno de los famosos hechos de Hércules consistió en limpiar en un día su cuadra, en la que se había acumulado durante años el estiércol de tres mil reses vacunas, faena que llevó á cabo el héroe haciendo pasar por la cuadra las aguas de los ríos Alfeo y Peneo. Hércules mató al gigante Gerión para apoderarse de su ganado, y también al gigante Caco, por haber robado parte del mismo. En Egipto se veneraban el toro solar Osiris y la vaca lunar Isis, y también en Menfis fué objeto de un culto religioso el toro Apis. Igualmente tri-

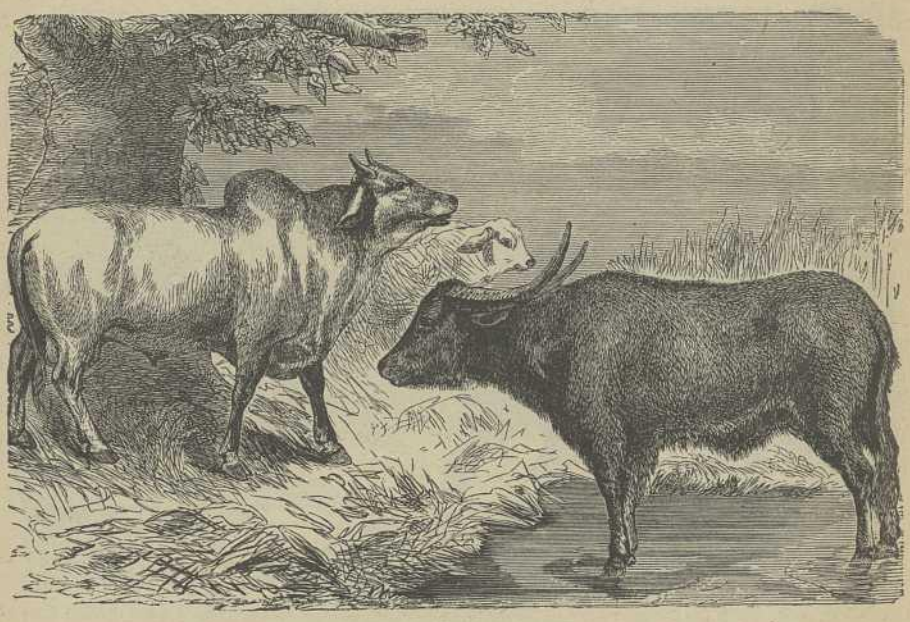


FIG. 240.—Zebú y búfalo.

butaban los indios al buey señalados honores: según la religión bramánica, los dioses caídos, después de pasar por 87 fases de metamorfosis ó transformaciones, acababan su purificación en el cuerpo de una vaca, antes de poder tomar la forma humana; la seña sagrada de Siva se trazaba en la frente de sus adoradores con estiércol de vaca; Vasischtra, el penitente, poseía la vaca de la abundancia, y al querérsela robar el rey Visvamita, perdió, según la leyenda, en la lucha que siguió, 99 de sus cien hijos, y tuvo que hacer penitencia durante siete mil años. Era característica de la veneración índica del buey, la prohibición de comer carne de ternera, no porque se considerase el animal como impuro, sino porque era sagrado. Las leyes del Atica y de Frigia prohibían asimismo comer la carne de los bueyes destinados á la agricultura; pero por un motivo humanitario, es decir, porque tomaban parte en los trabajos del hombre. Entre los griegos, desempeñaba el buey un importante papel en el comercio de cambio, y más de

una hermosa esclava había costado á su dueño varias vacas; Laertes pagó veinte bueyes por Eurykleia, el ama de Odiseo.

La res vacuna es un animal de formas pesadas y de color muy variado; su andar es lento, sus movimientos son torpes, su inteligencia es limitada, y reducida su aptitud para aprender; la vaca es generalmente mansa y tranquila, mientras que el toro es iracundo y violento. Dicha res es de los animales llamados rumiantes, porque después de llenar su barriga con las hierbas que constituyen su alimento, las vuelven más tarde á la boca, donde las hacen sufrir una masticación lenta y detenida (rumiación), después de la cual pasan á otra de las cuatro cavidades del estómago. Puede alcanzar una edad de veinticinco á treinta años, pero se mantiene rara vez arriba de diez ó doce, pues los animales destinados al cebo se matan temprano, y la vaca deja de dar leche á los catorce años.

Se aprecia la res vacuna por su leche, su carne y su fuerza de tracción; pero además, su piel constituye un importante artículo de comercio; el pelo se utiliza en algunas partes (Rusia) en la fabricación de una especie de paño ó fieltro; los cuernos se aprovechan de muchas maneras para hacer vasos y diversos utensilios y objetos; la sangre se emplea en la purificación del azúcar y de la sal, constituyendo también un abono apreciado; los cascos, raspados ó pulverizados, se utilizan para endurecer superficialmente el hierro; el sebo encuentra empleo en la fabricación de jabón y velas; el estómago de la ternera sirve para cuajar la leche; la vejiga y los intestinos se aprovechan para embutidos y en batir el oro, y hasta la bilis se utiliza por pintores, farmacéuticos y quitamanchas.

Ningún otro animal doméstico revela, tanto como el buey, la acción modificadora de la mano del hombre, de la que cabe decir que ha creado razas nuevas, ó sean razas finas, en oposición á las razas primitivas, y que se pueden clasificar en razas de leche, de cebo, de tiro y razas de diversos usos, de todas las cuales las hay de más ó menos valor; ó bien se pueden dividir en razas de monte y de llanura, ó distinguirlas según las localidades ó comarcas que constituyen su patria. En Inglaterra se miran los cuernos como distintivo: las razas llamadas *de cuernos medios* comprenden las de Hereford y Devon, célebres principalmente como animales de cebo; la raza de Sussex, que da soberbios bueyes de tiro; la llamada «vaca para todos,» del condado de Pembroke, la raza más útil de Inglaterra, renombrada por la combinación de las propiedades más estimadas de la res vacuna; y la raza escocesa de Ayr, que da las mejores vacas de leche de aquellas islas. Las razas *sin cuernos* son las de Galloway, Angus, Norfolk y York, todas excelentes como animales de cebo. Las razas *de cuernos largos* eran antes las más apreciadas, y se criaron con preferencia por el célebre Bakewell y sus sucesores, alcanzando enormes precios á fines del siglo pasado. Pero actualmente son las razas de *cuernos cortos* las que producen los animales de cebo más perfectos, con las carnes más sabrosas, los huesos más finos y la mayor precocidad. En la lámina XV, el número 1 representa un toro de Suf-

folk sin cuernos, los 2 y 5 vacas escocesas de monte, los 3 y 4 un toro y una vaca de cuernos cortos, y el 6 un toro de Lancaster.

Francia se distingue también por sus razas finas vacunas, celebrándose mucho las vacas de leche de Normandía y comarcas vecinas, los animales de cebo de Charolais, Berry y Durcet; otras procedentes del cruce con animales ingleses de cuernos cortos, y una pequeña raza, la de Camargue (delta del Róda-



FIG. 241 —Vaca holandesa.

no) que se dice emparentada con la de Podolia. Las razas francesas de cebo producen carnes muy estimadas, que se aprecian mucho en Inglaterra.

Suiza es también célebre por la cría de ganado vacuno. Al Este del país se encuentran las razas de montaña (lám. XVI),de color uniforme, que se distinguen por sus hermosas proporciones, cabeza corta, frente ancha, piel rojiza con pelo de color uniforme; tales son las razas de Schwyz, Montavon, Algau y del valle superior del Inn, cuya leche es de excelente calidad, aunque menos abundante que la de las vacas de las llanuras. Al Occidente de Suiza se presentan las razas pintadas ó variegadas, que se distinguen además de las anteriores por su cabeza más larga y su figura más pesada; las más importantes son las de Berna, del valle del Simme, de Saanen y de Freiburgo.

Austria posee excelentes razas, las más de ellas apropiadas para el uso general, como las del Pinzgau, Pongau, Lungau, de los valles de Brixen y del Möll, así como del Tirol. El ganado vacuno de las estepas de Hungría se presta muy bien para el tiro y el cebo; pero produce poca leche, cosa que sucede también con la raza de Podolia.

En Alemania se celebran como razas de uso general las de Vogtland, Egerland, Harz, Vogelsberg y Rhön, y como razas de cebo las de Franconia y Wurtemberg; pero las alemanas más importantes son las de leche, que constituyen, con las de Holanda, la categoría de las llamadas de las llanuras ó países bajos (figuras 241 y 242); es decir, de las grandes comarcas, tan ricas en pastos, que se extienden por la costa de los mares del Norte y Báltico (Holanda, Olden-



FIG 242.—Toro holandés.

burgo, Jutlandia, Schleswig-Holstein, etc.). La capacidad de estas razas para producir leche es proverbial, y ha dado motivo al desarrollo en dichos países de una industria sumamente importante.

INDUSTRIA LECHERA

Comprende la venta directa de la leche y su conversión en manteca y queso. Una leche normal consiste en 87,75 por 100 de agua, 3,50 de grasa de manteca, 3,50 de caseína, 0,40 de albúmina, 4,60 de azúcar de leche y 0,75 de sustancias minerales que, al someter la leche á una temperatura algo elevada, quedan en forma de ceniza. El peso específico de la leche es, por término medio, de 1,030, variando entre 1,029 y 1,933, y, por consiguiente, un litro de leche debe pesar de 1.029 á 1.033 gramos. En esto se funda el ensayo de la leche, por medio del lactodensímetro, el cremómetro y el termómetro: si á una temperatura de 15 grados centígrados es inferior el peso específico al que

acabamos de indicar, y si el cremómetro acusa menos del 10 por 100 de nata, la leche se halla adulterada con agua, cuya cantidad se puede también determinar. Volveremos sobre este punto en el tomo V de esta obra, al tratar de la adulteración de los alimentos.

Una de las cosas más importantes en la industria lechera es evitar la acidulación demasiado rápida de la leche, á fin de que se conserve más tiempo y quede dulce. Para ello hay que evitar escrupulosamente todas las impurezas, tanto de las vasijas que se emplean, como del aire, y también una temperatura demasiado elevada; por esto se atribuye tanta importancia á la perfecta limpieza de dichas vasijas, y se enfría la leche recién ordeñada por medio de aparatos refrigerantes, como el que representa la fig. 243, en que va cayendo desde el recipiente *A* á la vasija *C*, extendiéndose al paso sobre la superficie del sistema de tubos *B*, en el que circula constantemente agua fría. Para su transporte suelen emplearse cubos metálicos cerrados como el de la figura 244.

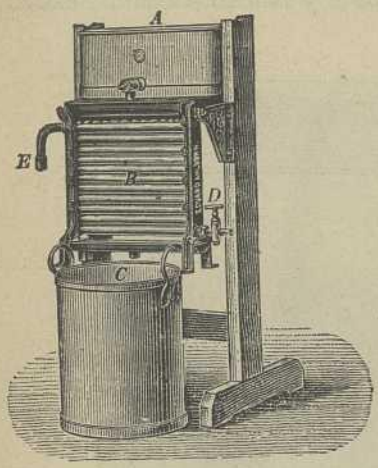
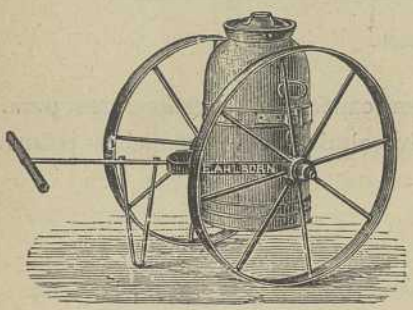


FIG. 243.—Aparato refrigerante para la leche.

Tratándose de producir manteca, la primera operación consiste en desnatar la leche, ó sea en recoger las partes grasientas de la leche que suben á la superficie cuando se deja en reposo. Para obtener un producto de primera calidad, es preciso que la nata recogida, lo mismo que la leche desnatada, permanezcan dulces, pues así se obtiene con la primera una manteca de más valor, mientras que con la segunda puede hacerse un buen queso. El desnate tiene todavía lugar según el método de Holstein, en vasijas de metal de 3 á 7 litros de capacidad, en las que la leche sólo ocupa una profundidad de 6 á 8 centímetros, y á la temperatura de 10 á 15 grados; ó bien según el método de Swartz, empleando vasijas metálicas ovales, de una capacidad de 30 á 50 litros, en las que la leche ocupa un profundidad de 40 á 50 centímetros, y que se colocan en un depósito de agua (fig. 245) construído expresamente de modo que, mediante la circulación continua de agua fría, mezclada en caso necesario con nieve ó hielo, la temperatura de la leche nunca exceda de 10 grados.


FIG. 244.—Cubo metálico para transportar la leche.

Pero estos procedimientos van cayendo en desuso, cediendo el puesto á la desnatación por medio de la fuerza centrífuga: la leche magra, merced á su peso

específico más elevado, es lanzada hacia la periferia de los aparatos centrífugos, mientras que la nata más ligera se separa al interior. Para la gran industria se recomienda la máquina centrífuga de Nielson y Petersen (fig. 246), y para el desnate en pequeña escala el separador de Laval (figuras 247 y 248). La ventaja del procedimiento centrífugo consiste en la rapidez con que se verifica el desnate, y, por consiguiente, en la producción de una manteca rica, aromática y que se conserva más tiempo, y un queso de mejor calidad; además, el suero resulta más fresco y, por lo tanto, más sabroso y nutritivo.

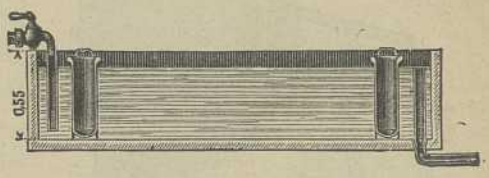


FIG. 245.—Aparato de Schwartz para el desnate de la leche.

La conversión de la nata en manteca tiene lugar en mantequeras, es decir, aparatos de construcción especial, que deben ser sólidas, sencillas, fáciles de limpiar y manejar, y adaptarse á la mayor producción posible en un tiempo relativamente corto. Una mantequera recomendada es la de Ahlborn (fig. 249) que se emplea mucho en el Holstein, y consiste esencialmente en una

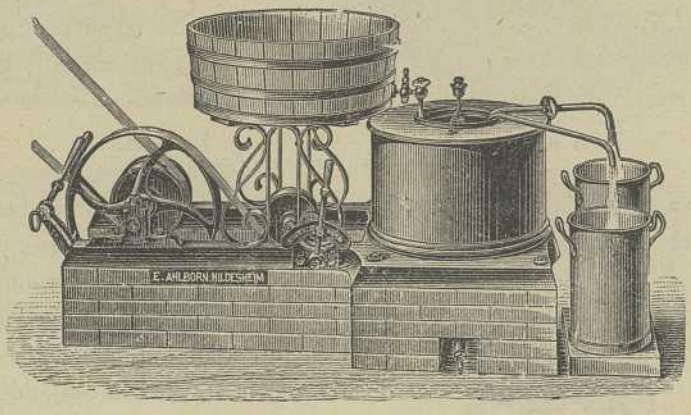


FIG. 246.—Centrífuga danesa de Nielson y Petersen.

cuba de madera, dentro de la cual puede girar con rapidez un agitador, compuesto de un árbol vertical provisto de alas ó paletas cruzadas. Se emplean también las mantequeras de Lefeldt y de Dürkoop, cuyo agitador, ó, mejor dicho, el árbol del mismo, está dispuesto horizontalmente. Manteniendo la temperatura dentro de los límites de 12 y 18 grados, y removiendo uniformemente el material, la conversión de la nata en manteca dura de 30 á 45 minutos. Sigue entonces una operación importante, ó sea el amasado de la manteca, que tiene por objeto exprimir las partículas del suero que aún contiene al salir de la mantequera, y darle al mismo tiempo mayor consistencia. Se amasa á mano ó por medio de máquinas especiales (fig. 250); y al mismo tiempo tiene lugar la salazón de la manteca, agregándole de 3 á 4 por 100 de sal cuando se destina á la expor-

tación ó se quiere conservar más tiempo del que permitiría su estado fresco.

La elaboración del queso supone ante todo la separación en la leche de la

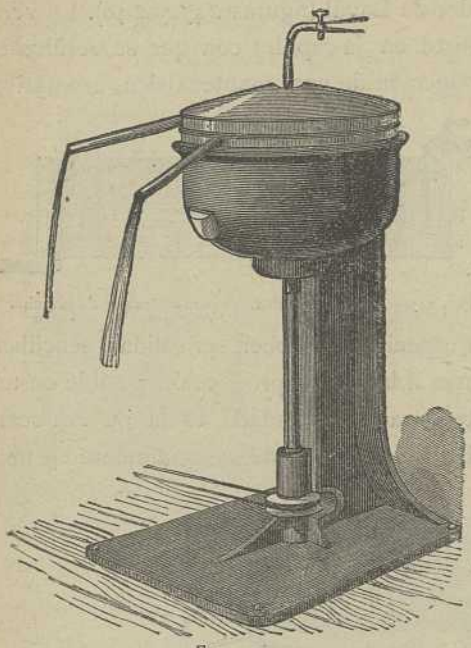


FIG. 247.

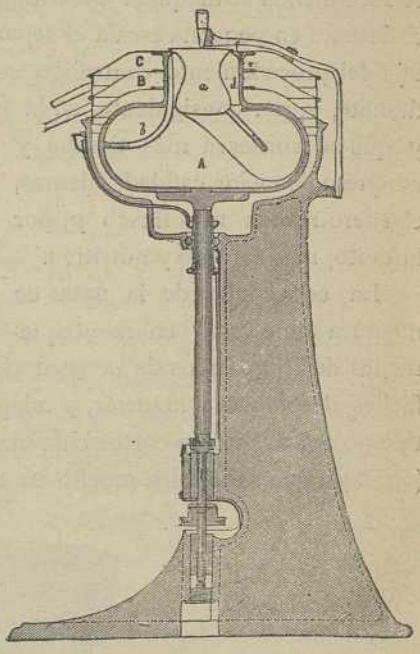


FIG. 248.

Centrífuga de Laval; vista exterior y sección.

caseína, una sustancia albuminosa, base de todo queso, y de la grasa o nata, cuando ésta se presenta; pues según que se trate de obtener un queso más ó menos rico ó magro, se toma como materia primera la leche nutural, ó una leche parcial ó en su totalidad desnatada. La separación de la caseína se verifica cuajando la leche, operación que procede espontáneamente dejando reposar la leche durante cierto tiempo, en cuyo caso se obtienen los llamados quesos de leche agria; ó bien de un modo artificial, es decir, mediante la adición á la leche del cuajo y su calentamiento en una caldera, en cuyo caso los quesos resultantes son los llamados de leche dulce. En algunos casos, especialmente en los países del Mediodía de Europa, donde la industria quesera se halla en la infancia, se emplea un cuajo vegetal que se obtiene de diferentes plantas; pero allí donde dicha industria tiene mayor desarrollo, se emplea exclusivamente el cuajo animal. Esta sustancia es un fer-



FIG. 249.—Mantequera de Ahlborn.

mento que secreta la membrana mucosa del estómago de muchos animales, y también del hombre, presentándose con abundancia en el *cuajar*, ó cuarta división del estómago de los rumiantes que aún no pacen, especialmente en el de la ternera, y tiene la propiedad de hacer cuajar la leche muy pronto, cuando ésta se somete á su acción bajo una temperatura de 25 á 40 grados. El cuajo se preparaba antes en los mismos establecimientos donde se elaboran los quesos, sometiendo la porción necesaria del estómago de la ternera, el cordero ó cabrito á la acción del agua ligeramente acidulada ó salada; pero en la actualidad se emplea con preferencia el llamado extracto de cuajo, cuya preparación en grande escala, y con arreglo á métodos racionales, es objeto desde 1872 de una industria especial.

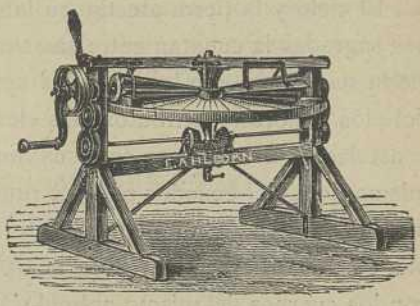


FIG. 250.—Máquina de amasar manteca.

El calentamiento de la leche con el cuajo, para promover la separación de la caseína y la nata, suele verificarse en calderas suspendidas sobre una buena lumbre; pero en todos los establecimientos industriales bien montados tiene lugar actualmente en calderas de construcción especial, caldeadas con vapor. Las figu-

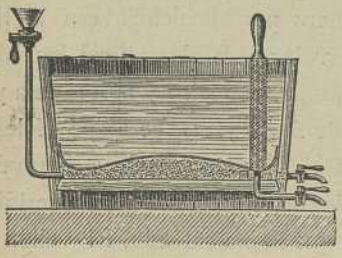


FIG. 251.

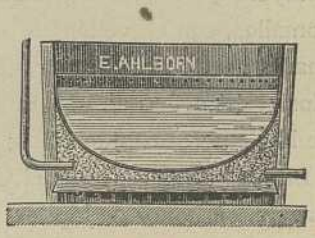


FIG. 252.

Calderas para hacer queso, caldeadas con vapor.

ras 251 y 252 representan dos modelos de estos aparatos, consistentes en cubos de madera con un fondo falso de metal, debajo del cual circula el vapor de agua, introducido mediante un tubo. La temperatura más favorable para dicha operación es la de 25 á 40 grados, variándose más ó menos dentro de esos límites, según que se quiera producir un queso blando ó duro. Sacada la caseína de la caldera, se somete á una presión conveniente, para exprimir el suero que encierra su masa, se le añade la sal necesaria, y entonces se le da en moldes las formas acostumbradas. Los quesos frescos así obtenidos se colocan para madurar en locales á propósito, en los que reina una temperatura constante de 12 á 15 grados, y un grado determinado de humedad; los quesos pequeños maduran al cabo de tres á seis meses, pero los mayores necesitan hasta un año.

GANADO LANAR

El cielo y la tierra atestiguan la gran importancia de la oveja: las tradiciones sagradas la cuentan entre sus símbolos, y la historia de la civilización relaciona su imagen con los usos, las costumbres y fiestas de los pueblos, asignándole los honores y atributos más elevados. En medio del firmamento brilla la constelación del Carnero con sus mundos luminosos, y desde el punto de la misma donde el ecuador corta el rumbo aparente del Sol, parten nuestras primaveras. Según la Mitología, Júpiter se apareció á Hércules revestido de la piel de un carnero, y el rey egipcio Ammón, el invisible, adornaba su cabeza con los cuernos del mismo animal. Dionysos (Baco) fué conducido por un carnero, en el desierto líbico, á un oasis, donde edificó la ciudad de Ammoniaca con el templo de Ammón. El dios Pan cuidaba en Arcadia los hatos, y como compañero de Baco en su expedición hacia la India, se valió del estruendo que producía soplando en un cuerno de carnero, para espantar á los enemigos, infundiéndoles ese pavor que hoy todavía llamamos «pánico». A entrambos se sacrificaban corderos blancos, y en honor de Pan, bajo el nombre de Lupercus, se instituyeron la fiestas lupercalias. El carnero por excelencia era el llamado Chrysomallos, con el vellón de oro: podía volar y hablar; llevó los hijos de Athamas, Phrixos y Helle á través de la Tesalia, el Epiro y la Traquia y cruzó con ellos el estrecho que separa á Europa de Asia, y que se llamó Helesponto, porque Helle pereció en sus olas; siguió con el hermano de ésta á través de la Misia, Bitinia y Galacia hasta el Cólchide, donde, finalmente, fué sacrificado, á su instancia, en honor de Júpiter, por aquel que había salvado. El vellón de oro lo suspendió Phrixos en un bosque consagrado al dios Marte, bajo la custodia de toros y dragones silvestres; pero lo tomó más tarde Jasón, el jefe de los Argonautas. A propósito de este mito y de los honores tributados al carnero, recordaremos la Orden de caballería del «Toisón (vellón) de oro», instituída por Felipe III de Borgoña en 1430, en honor de la Virgen María y del apóstol Andrés, y de la que son jefes los reyes de España. Nuestros lectores saben también el papel simbólico que ha desempeñado el cordero en las religiones judaica y cristiana, traduciéndose en el arte eclesiástico; y con tal recuerdo ponemos punto á estas consideraciones mitológico-históricas, para dar paso á otras de carácter más práctico.

Existen muchas especies de ovejas, de las que la más grande es el *argoli* de las montañas del interior de Asia, que alcanza casi el tamaño de un buey pequeño; además se encuentran en estado silvestre, el *mufflon* en Asia, Cerdeña, Africa y América, con ó sin melena, y la oveja montesa de América, en Méjico y

California. Entre las especies exóticas domesticadas, mencionaremos: la *oveja de nalgas grasas* (fig. 253), en el Asia central hasta China, caracterizada por un depósito de grasa de 15 á 20 kilogramos de peso, en torno de la cola, que es muy corta, contando sólo de tres á cuatro vértebras; su lana es basta y fieltrada. La *oveja de cola corta* se halla diseminada por el Mediodía del Asia y el Norte de Africa; su cuerpo esta cubierto de pelo, faltándole la lana propiamente dicha, y su cola, que no tiene más de 13 vértebras, está rodeada de grandes masas de grasa. La *oveja de cola de grasa* se presenta en el Africa septentrional y meri-

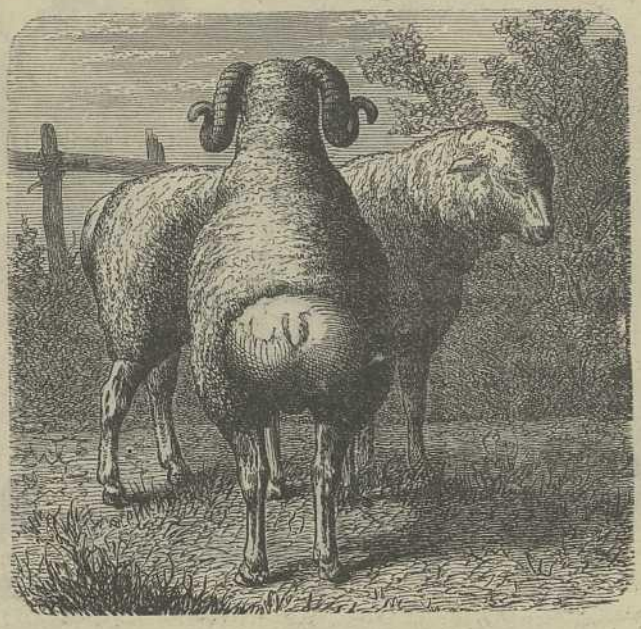


FIG. 253.—Ovejas de nalgas grasas.

dional, en Persia, el Asia Menor y Turquía, y también en el Mediodía de Italia y Francia; se caracteriza por su larga cola, hasta 22 vértebras, con pesados bultos de grasa en toda su longitud. En Guinea se encuentra una oveja particular, con barba y cubierta de pelo, mientras que la oveja del Tibet, que se utiliza como bestia de carga, tiene una lana larga y suave, con la que se tejen en la India hermosos chales.

Entre las numerosas razas europeas de ganado lanar, las más importantes son las siguientes: las alemanas de Baviera, Hannover y Pomerania, que producen lanas mixtas; las del Rhin, de Franconia, y la oveja bastarda de Wurtemberg, que han sido mejoradas mediante el cruce con merinos, y dan lanas más suaves que las anteriores; y la raza del Rhön, que se presta más especialmente para el cebo. Una de las razas más grandes es la llamada de

las llanuras ó países bajos, que se halla diseminada por las regiones costaneras del Norte de Europa, desde Normandía hasta Jutlandia; se caracteriza por una cola corta sin lana, así como por sus carneros sin cuernos y por la particularidad de que la oveja, por regla general, pare gemelos; su lana es mixta, y además se presta muy bien al cebo, sobre todo cuando se cruza con las pesadas razas de cebo inglesas, alcanzando los animales mayores un peso de 85 kilogramos.



FIG. 254.—Casta electoral de Sajonia.

Todas las razas de lana más fina proceden del *merino*, que algunos suponen ser natural de España desde tiempo inmemorial, en tanto que otros atribuyen su introducción en nuestro país á los moros. Lo cierto es que antiguamente el ganado merino español y las lanas españolas gozaban de merecida fama, y que desde nuestra península se propagó la raza á Francia y otros países europeos, introduciéndose en Suecia en el año 1723, y más tarde en Prusia y Sajonia. Pero á medida que la cría del merino se desarrollaba en dichos países, ha ido degenerando en el nuestro hasta el extremo de que, recientemente, nuestros ganaderos se han visto obligados á importar merinos alemanes para mejorarla. Aquí distinguimos el ganado estante, que no muda de pastos, y el trashumante, que pasa el invierno en la dehesa y el verano en el monte; nuestros infantados

ó *negrettis* producen la lana más fina, los de Segovia y León una lana mediana, y los de Soria la más basta. En el extranjero las castas merinas más afamadas son: la *electoral* de Sajonia, de cuerpo mediano, con una lana sumamente fina, pero corta (fig. 254); la *negretti*, de cuerpo recogido y redondeado, cuya lana es algo menos fina que la anterior, pero más larga; y la *rambouillet*, que tuvo su origen en Francia, mediante la cría por selección cuidadosa del merino, y tiene una lana algo más basta y más larga aun que el *negretti*. Citaremos además la raza *Mauchamp*, también francesa, que se distingue por su lana sedosa, pero que tiene poca importancia práctica. Mientras que las ovejas *electoral* y *negretti*

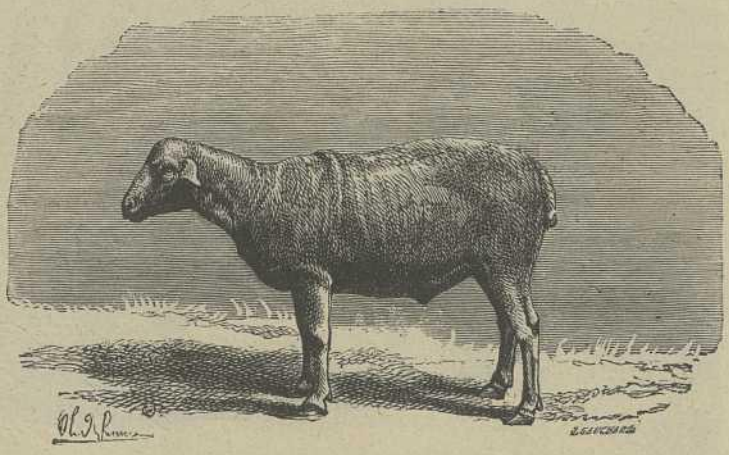


FIG. 255.—Oveja de Larzac.

son de estatura relativamente pequeña, la *rambouillet* es mayor y de más peso, prestándose mejor que aquéllas al cebo; por esto, y en vista del consumo más reducido de lanas muy finas, al par que de la demanda creciente de carne, los ganaderos franceses y alemanes se dedican con preferencia á la cría de la oveja *rambouillet*, cruzándola frecuentemente con las hermosas razas de cebo inglesas. Otra oveja estimada en Francia es la de Larzac (fig. 255).

Las ovejas inglesas se crían con ventaja allí donde puede obtenerse un forraje abundante y sustancioso, prestándose cual ninguna, en virtud de su precocidad y aptitud para el cebo, al aprovechamiento de los desperdicios de ciertas grandes industrias. Dichos animales son grandes y pesados, aunque de huesos relativamente finos y ligeros, razón por la cual dan en el matadero un peso útil considerable; pero su lana es generalmente basta, ó, cuando más, de calidad mediana. Las castas de lana corta y más afamadas son: la llamada *southdown*, de los condados de Sussex y Hants, y la del condado de Oxford, de cabeza y piernas negras, cuyas ovejas pesan de 55 á 60 kilogramos, y los car-

neros, hasta 140, y es muy estimada en los países del continente para la mejora de otras razas. Como tipo de las castas inglesas de lana larga tenemos la de Leicester (fig. 256) de cabeza blanca y pelada, así como las de Lincoln y Cotswold, que también son de gran tamaño y reclaman pastos ricos y abundantes.

Una operación interesante, relacionada con la cría de la oveja, es el esquileo periódico de la lana, que se hace con tijeras especiales, después de bien lavados los animales y secado su vellón. Se necesita bastante destreza para esquilar

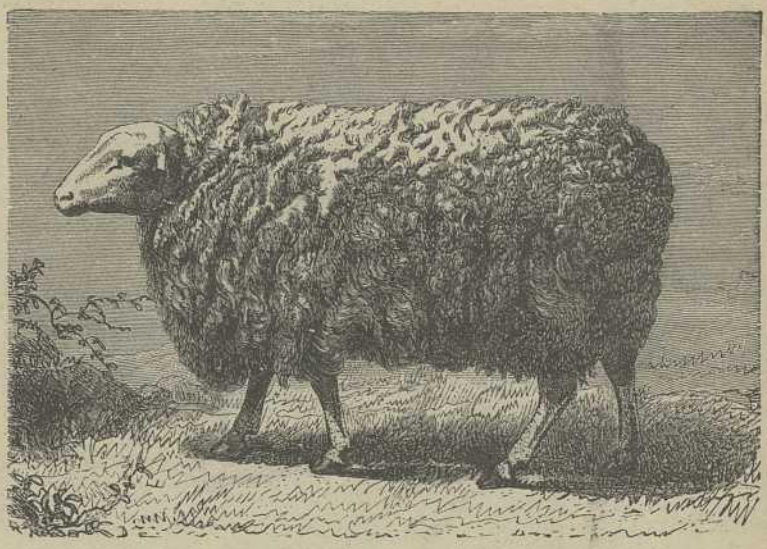


FIG. 256 —Oveja inglesa de lana larga.

bien, sacando la lana lo más larga posible sin lesionar la piel. La importancia del lavado de la lana, en cuya operación se pone actualmente mucho cuidado, se desprende del hecho de que á veces el peso, después de una limpieza en regla, queda reducido á menos de la mitad del primitivo, es decir, que el producto bruto contiene hasta 50 por 100 de grasa procedente del sudor y otras impurezas; las lanas más cortas contienen más de dicha grasa que las largas, y en los establecimientos destinados especialmente á dicho lavado en gran escala, se purifica y aprovecha en la fabricación de jabón y otras materias. Otros productos estimados del ganado lanar son su leche, que suele convertirse en queso, y su estiércol.

GANADO CABRÍO

Comparada con los demás ganados, la cabra es, en general, poco estimada; en la antigüedad la consideraba Varrón, no sin motivo, como un azote de la agricultura, y esta opinión prevalece hoy en la mayoría de los países civilizados. Se conocen diversas especies, debiendo mencionarse en primer término la cabra silvestre de Bezoar *(Capra Aegagrus)* que se encuentra en las regiones montañosas, desde el Asia central hasta Candía y Grecia, y la llamada cabra de tornillo *(Capra Falconeri)*, del Himalaya, que se distingue por sus cuernos torcidos á manera de tornillo y una barba muy poblada. La cabra común *(Capra Hircus)* aparece desde tiempos muy remotos como animal doméstico de los nómadas de las montañas, presentándose actualmente en muchas variedades, que se diferencian por el tamaño, la forma, los cuernos y la calidad de su pelo. Las cabras de Angora, y muy especialmente las del Tibet y de Cachemira, se caracterizan por su largo pelo sedoso; la última se tiene en las montañas del Himalaya como animal doméstico, y produce el pelo tan fino con que se tejen los célebres chales de Cachemira. Los ensayos hechos hasta aquí para criar en Europa la cabra de Cachemira han dado resultados poco satisfactorios; pero se ha logrado obtener una buena raza mixta, mediante el cruce de dicha cabra con la de Angora. Entre las de pelo basto, mencionaremos la cabra llamada de Mamber, propia del Egipto y de Siria, cuyos cuernos se retuercen hacia atrás y se distinguen además por la fealdad de su cabeza, con sus largas orejas caídas; esta cabra, lo mismo que la del Nilo *(Capra ægyptiaca)*, con orejas cortas, se halla ya representada en los antiguos monumentos egipcios. También se conocen diversas variedades de nuestra cabra doméstica, como, por ejemplo, la española sin cuernos y la del Wallis (Suiza), cuyos cuernos se levantan derechos hasta cierta altura y luego se tuercen hacia los lados, etc.

La cría del ganado cabrío común no es difícil ni exige grandes cuidados, resultando más ventajosa en parajes montañosos. El pareo tiene entonces lugar en el otoño, á fin de que los cabritos nazcan en la primavera, cuando se encuentran pastos frescos; en las cuadras se alimenta dicho ganado con hojas secas, heno, paja y raíces; necesita beber poco, pero es muy aficionado á la sal. Su utilidad principal reside en la leche, que es muy nutritiva y se emplea también en la fabricacion de queso; la carne del animal adulto es de clase inferior, y á veces caracterizada por un sabor desagradable; pero la del cabrito se considera en algunas partes, especialmente en Oriente, como una delicadeza. El pelo puede servir sólo en la fabricación de telas bastas, como alfombras, y en la de pinceles, cepillos, sombreros, etc.; con la piel curtida se hacen calzones y guantes. Pero á pesar de estos productos, la verdad es que los daños causa-

dos desde antiguo en los países del Mediterráneo por el ganado cabrío, superan en mucho á todos los beneficios; la cabra es uno de los azotes más temibles en las selvas, por cuanto, comiéndose los brotes más tiernos, destruye infinidad de árboles jóvenes, y á ella debe atribuirse en gran parte la carencia de bosques en nuestro país, en Italia y en Grecia.

GANADO DE CERDA

El cerdo europeo común procede originariamente del jabalí, ó cerdo silvestre, que antes abundaba en nuestro continente; pero se ha ido extinguiendo en mu-

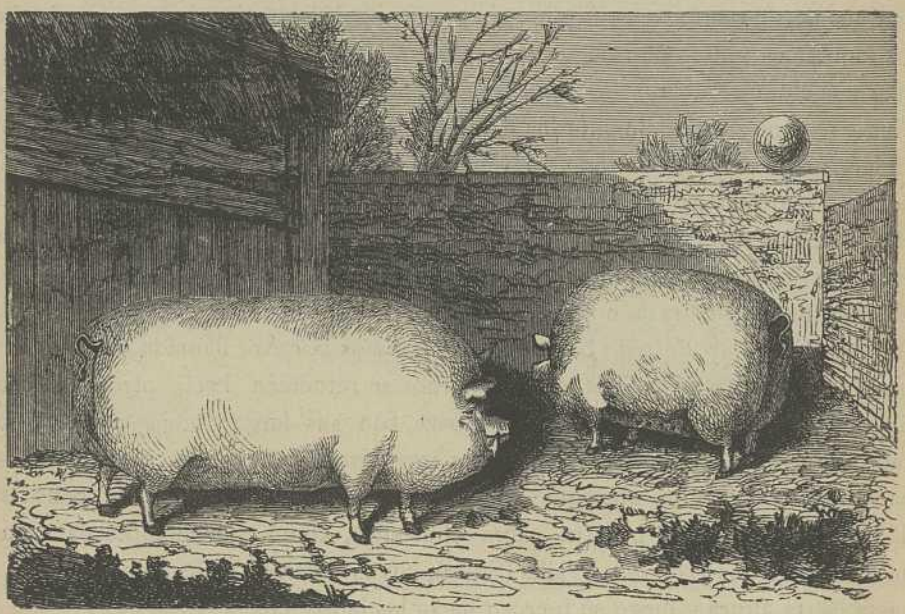


Fig. 257.—Cerdo blanco de Lancaster.

chas partes merced á la persecución continua de que ha sido objeto, en vista de los daños que causa. Nuestras mejores razas tienen probablemente su origen en ciertas especies orientales, en particular el cerdo silvestre de la India (*Sus indicus*), cuyo esqueleto es idéntico al del llamado cerdo de las turberas, que se ha encontrado en nuestros palafitos prehistóricos. Existen cerdos de diversas especies y razas en todo el globo, salvo en Australia.

Las razas más importantes para la cría en Europa son: los cerdos comunes, que derivan del jabalí; los de origen asiático, que comprenden el cerdo de Servia, los de Bakony y los Szalonta, en Hungría; el cerdo románico, el de los Grisones (Suiza), y el napolitano; y las nuevas razas inglesas, ó sean los grandes cerdos

blancos de los condados de York y Suffolk; los pequeños cerdos blancos de Lancaster (fig. 257), y los pequeños negros de Essex y Berkshire. Estas castas artificiales inglesas se han introducido ya en muchos países, y tienden á sustituir á todas las otras en vista de las ventajas que ofrece su cría. En regiones como Hungría y otras del Mediodía de Europa, incluso España, donde abunda la bellota y frutos análogos, la cría libre ó silvestre del cerdo es todavía bastante común, y á ella no se adaptan los cerdos ingleses; mas allí donde la agricultura ha alcanzado mayor desarrollo, se atiende con tanto esmero á la cría de este ganado como á la de los demás, alternando el pasto libre con el cebo en cuadras ó

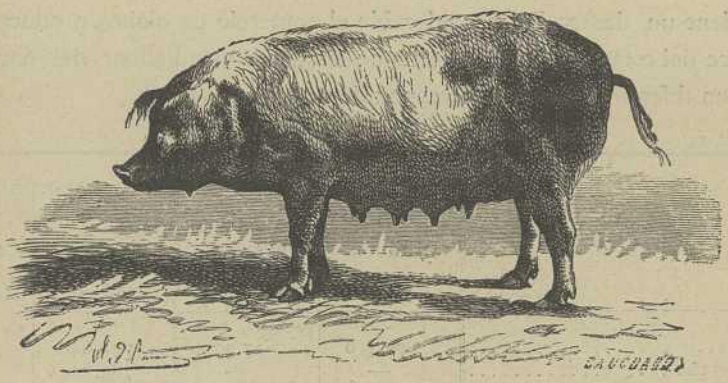


FIG. 258.—Cerda de Brescia.

zahurdas bien construídas y *limpias*, encaminado á obtener, en el plazo más breve posible, el mayor desarrollo del animal, unido á la excelencia de sus productos. Como el cerdo come de todo, y engorda lo mismo con sustancias animales que con vegetales, su alimentación no ofrece dificultades; es ventajoso llevarlo al monte, pues come un sinnúmero de insectos perjudiciales, y aunque para ello revuelva la tierra, es poco el daño que resulta. De todos los animales domésticos, es el que se reproduce con la mayor rapidez, dando con frecuencia al mundo la cerda de 12 á 18 hijos á un tiempo; puede vivir hasta los veinte años, pero rara vez se mantiene arriba de cuatro ó cinco, y en la mayoría de los casos se dispone para la matanza al cabo de un año. Su cría alcanza actualmente las mayores proporciones en los Estados Unidos (Ohío, Kentucky, Indiana é Illinois), donde se matan anualmente centenares de miles de cerdos, alimentados en parte con maíz y frutos de las selvas, en parte con los desperdicios de las grandes fábricas de cerveza y alcohol, y cuya carne y tocino se exporta á todas las partes del mundo.

CRÍA DE LAS AVES DE CORRAL

De todos los ramos de la cría de ganados, éste es el que en otros tiempos rendía menos, porque solía cultivarse en pequeño por los particulares para sus propias necesidades, más bien que industrialmente, es decir, para vender sus productos en los mercados. Sólo en nuestros días se ha reconocido el inmenso valor de los productos de la cría de aves de corral, es decir, de los huevos y la carne, y se ha dedicado atención preferente á la mejora de la razas. Actualmente tiene un desarrollo considerable el comercio de dichos productos, como se deduce del estado adjunto, que reune los datos estadísticos del comercio de huevos en diferentes países, correspondientes al año 1878:

PAÍSES	EXPORTACIÓN		IMPORTACIÓN	
	HUEVOS — *Millones.*	PESETAS — *Millones.*	HUEVOS — *Millones.*	PESETAS — *Millones.*
Alemania	348,410	17,375	771,040	38,500
Gran Bretaña	—	—	783,714	62,775
Francia	660,000	46,290	127,710	8,514
Bélgica	63,519	5,718	124,332	11,290
Italia	456,644	27,399	0,704	0,048
Suiza	—	—	68,748	4,570
Dinamarca	24,019	2,001	1,137	0,087
Estados Unidos	1,131	0,788	72,743	3,856
Rusia	65,440	2,780	?	?
Austria	685,920	28,753	?	?

La gallinicultura ha adquirido gran importancia en los países más adelantados; además de multitud de libros, cuenta el arte, para su propaganda, con varias publicaciones periódicas, y los catálogos de las exposiciones especiales de aves de corral se hacen cada vez más voluminosos, comprendiendo un sinnúmero de razas y variedades, creadas, ora con un fin científico, ora por mero capricho, ora respondiendo á miras utiliarias.

Muchas de nuestras aves domésticas proceden originariamente de las zonas cálidas, y su cría supone, por consiguiente, una temperatura relativamente elevada; además, si ha de prosperar, es preciso disponer de prados, y también de agua, si se trata de la cría del ganso y del pato, siendo preferibles las aguas corrientes á las estancadas. Aunque los pollos saben buscar al salir del huevo su alimento, la cría de ellos ofrece siempre ciertas dificultades, reclamando desde luego un tratamiento especial los pavipollos, que son muy delicados. Peró con los cuidados debidos y un alimento abundante, rinde grandes ganancias,



Gallinas de diversas razas.

como lo evidencia el enorme desarrollo de la producción de huevos, y en Francia más especialmente el cebo de capones, que se exportan á todas partes.

Las especies silvestres del género *Gallus* (gallo) viven todas en las Indias orientales, recorriendo las selvas en familias que recuerdan las de nuestro gallo doméstico. Éste, cuyas numerosas razas y variedades se hallan diseminadas por todo el globo habitado, salvo las montañas elevadas y las regiones polares, descubre por doquier su origen meridional, en su predilección por el calor y el sol, y las dificultades que origina su cría en países relativamente fríos. Según las investigaciones más recientes, no existía en Europa antes de la introducción de los metales, y se importó probablemente por aquellos tiempos desde el Oriente, propagándose primero por los países del Mediterráneo. Los europeos lo han llevado posteriormente á todas partes de la tierra en que antes no existía, salvo á Filipinas y la Oceanía, donde su introducción se debe á los malayos. Las razas actuales proceden con toda probabilidad de la cría y cruce de las especies silvestres de Java y Sumatra, Cochinchina, India y Ceilán.

Sería imposible describir, en el corto espacio de que disponemos, las diversas razas gallináceas que pueblan los corrales europeos, y hemos de contentarnos con remitir á nuestros lectores á la lámina XVII, en la que hemos reunido los tipos principales: en ella representan los números 1, gallinas italianas; 2, hamburguesas; 3, las *Cantam* inglesas; 4, brabantinas; 5, las llamadas de *Strupp*; 6, holandesas; 7, las francesas dichas *La Flèche;* 8, gallinas de pelea; 9, de Yocohama, en el Japón; 10, de Pádua; 11, japonesas de seda; 12, inglesas de Dorking, 13, francesas llamadas *Crève-cœur*; 14, españolas; 15, de Brahmaputra, en la India; 16, de Cochinchina, y 17, malayas. Tratándose de la cría industrial, hay que escoger las razas más á propósito, según que se desee producir huevos, carne ó animales de cría; se recomiendan muy especialmente para la producción de huevos la gallina española, la italiana y la hamburguesa; la gallina de Brabante se estima mucho, tanto por el gran número de huevos que pone, como por la facilidad con que se puede cebar; la raza inglesa de Dorking es célebre para empollar, mientras que las razas francesas y belgas producen carnes inmejorables, especialmente las llamadas *crève-coeur* y *houdan*. Se estima también mucho por su carne la gallina morisca, que se encuentra en Africa en estado silvestre.

Generalmente hablando, las razas medianas y pequeñas ponen más huevos que las grandes, las que son preferibles, en cambio, para el cebo, y que al efecto suelen caparse. Cada gallina tiene en su ovario unos 600 huevos, que puede ir poniendo sucesivamente durante diez años, mediante la previa fecundación; por regla general, pone el mayor número (unos 180) en el segundo año, disminuyendo gradualmente el número en los años sucesivos; de modo que, si no se quiere conservar la gallina para empollar, lo mejor es matarla al principio del tercer año, cuando todavía tiene buena carne. Condiciones esenciales para la

cría son: calor, y, por consiguiente, corrales expuestos al sol y gallineros abrigados; arena, en la que la gallina gusta de revolverse; cal, que es necesario que coma para el desarrollo de la cáscara del huevo, y agua pura para beber. Como alimento, además de diferentes desperdicios vegetales, necesita la gallina hasta cincuenta gramos de grano diarios; se le da también carne, pero no conviene prescindir del todo del grano, porque se perjudica el sabor de la carne del ave.

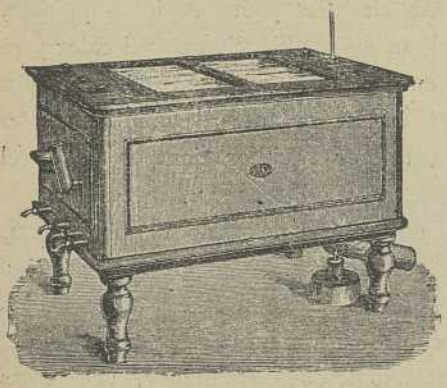


Fig 259.—Incubadora de Grünhaldt.

Como el principio fecundante se halla ya dentro del huevo de las aves cuando sale á luz, y sólo hace falta el calor del exterior para llamar el embrión á la vida, se ha sustituído con el mejor éxito el calor natural de la madre por calor artificial, obteniendo, merced á su acción, el completo desarrollo del huevo y el nacimiento del pollo. La incubación artificial se practicaba ya en la antigüedad, especialmente por los egipcios, que se valían para ello de pequeñas cámaras hechas de arcilla y calentadas por medio de hornos de ladrillo, produciendo anualmente, según refiere Plinio, unos cien millones de pollos; pero con semejantes medios se necesitaba naturalmente mucha práctica y una atención constante para graduar la temperatura, y sólo en nuestro siglo, después de estudiadas detenidamente las condiciones de la incubación, se ha logrado construir aparatos que aseguran el éxito de la operación con la menor intervención posible del hombre. Trátase, en esencia, de sostener, durante veintiún días, una temperatura uniforme, próximamente igual á la de la sangre, unida á cierta humedad del aire respirable, que no debe faltar, puesto que su oxígeno es necesario al pollo que se desarrolla dentro del huevo.

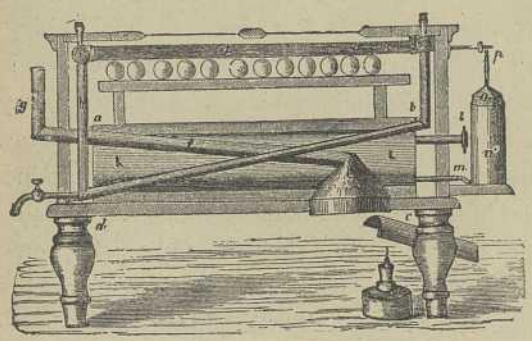


Fig. 260.—Interior de dicha incubadora.

La fig. 259 es la vista exterior de una de las incubadoras más perfectas, ó sea la de Grünhaldt, calculada para 72 huevos, y la 260 da idea de su disposición interna. El aparato está cerrado con una tapa de cristales, á través de los cuales se puede observar lo que pasa en el interior, y en un extremo se halla atravesada la tapa por un termómetro, que indica constantemente la temperatura. En la parte inferior de la caja se encuentra un depósito de cinc, *a b c d*,

lleno de agua, que se calienta por medio de una lámpara inodora de petróleo, que se coloca debajo del aparato de manera que los gases de su llama, guiados por una pantalla movible, suben por el embudo *e* en el tubo *f*, transmitiendo al paso su calor al agua, la cual circula continuamente en un sistema de tubos, elevándose á la parte superior del aparato y pasando de un extremo á otro, dentro de seis gruesos tubos de cautchuc, dispuestos horizontalmente á intervalos iguales y separados por pequeñas paredes movibles de madera. Entre estas tablitas, sobre un tablero del mismo material é inmediatamente debajo de los tubos de goma, se colocan los huevos en seis series, como indica la figura; de esta manera tiene lugar la incubación de un modo natural, puesto que los huevos se calientan desde arriba por un cuerpo blando que tiene una temperatura uniforme de unos 40 grados. Para mantener constante esta temperatura, la incubadora está provista exteriormente, en uno de sus extremos, del sencillo mecanismo que indica la fig. 261: cuando el agua se calienta demasiado, sube en el tubo *a b* y penetra en el cilindro *c*, aumentando el peso de éste; en su consecuencia, baja la extremidad correspondiente de la palanca *d*, y mediante la varilla *e* se levanta la pantalla *f* de la lámpara *g*, de modo que los gases de su llama no pueden penetrar por el embudo que se ve en la figura 261; á medida que baja la temperatura del agua, ésta abandona el cilindro *c*, y cae otra vez la pantalla, dejando libre el paso de los gases al embudo.

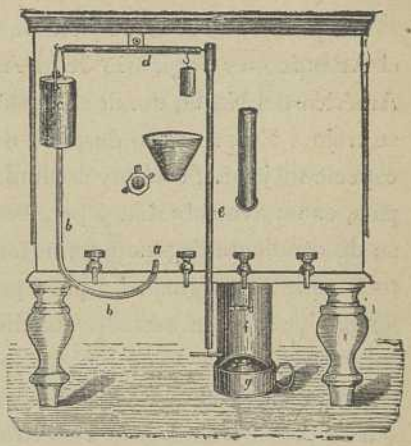
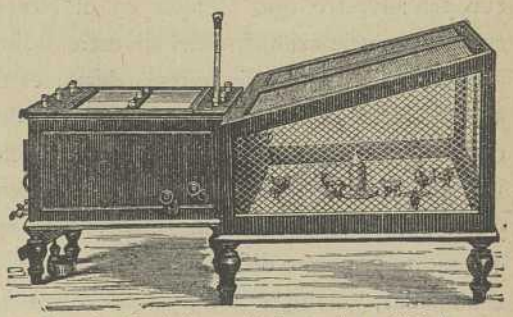


FIG. 261.—Regulador del calor de la incubadora.

La incubadora descrita se ha mejorado recientemente por su inventor, añadiéndosele la llamada «madre artificial,» en combinación con una jaula, dentro de la cual los pollos recién nacidos pueden comer, beber y esparcirse durante el primer período de su desarrollo. Sabido es que en este período buscan los pollos de cuando en cuando el calor de la madre, metiéndose bajo su alas; pues bien: la «madre artificial» no es más que un espacio reservado en el fondo de la incubadora, debajo del depósito de agua caliente, revestido de franela, espacio que comunica directamente con la jaula referida, como indica la fig. 262. Este aparato ofrece además la ventaja de que, mientras los pollos se van acostumbrando á la vida,


FIG. 262 —Incubadora con jaula y *madre artificial*.

la incubación de una nueva serie de huevos sigue su curso en la parte superior.

Estas incubadoras artificiales y otras de construcción análoga se emplean ya, con el mejor éxito, en todas partes donde se practica en alguna escala la cría de aves. Los que se dedican en los laboratorios fisiológicos al estudio tan importante de la embriología, se valen también de aparatos parecidos.

El *pavo*, que se cría más especialmente en el Mediodía de Europa y allende el Atlántico, es originario de la América Central y de la parte meridional de la América del Norte, donde se encuentra todavía en estado silvestre, y de donde se trajo á España poco después del descubrimiento del nuevo continente. La especie mejicana, con cuyas plumas se adornaban los antiguos guerreros del país, es un ave soberbia y preciosa, con la que no se puede comparar siquiera su descendiente degenerado, nuestro pavo doméstico, cuyo plumaje ha perdido todo su brillo original. La pava pone de 15 á 20 huevos, dos veces al año; pero los pavipollos son bastante difíciles de criar, siendo muy sensibles á los rayos solares, la lluvia y el frío; es preciso alimentarlos al principio con huevo y legumbres cocidos y mezclados con verdura picada, alimento que, para resguardar su pico tierno, hay que servirles sobre un paño. Más tarde conviene llevarlos á pastar en los prados ó la dehesa, y una vez desarrollados, se prestan muy bien al cebo, engordando rápidamente. Las plumas del pavo blanco son muy estimadas, aprovechándose como las del ganso.

En el Centro y Norte de Europa, son objeto el ganso y el pato de la cría en grande escala. El ganso doméstico desciende indudablemente de la especie europea silvestre, que abunda en el Norte de nuestro continente, y el pato común procede asimismo del silvestre ordinario, que se encuentra en casi todos los países del hemisferio boreal, desde el círculo polar hasta los 28 ó 30° de latitud Norte. Pero con el tiempo se han desarrollado diversas razas y variedades de gansos y patos domésticos, y en tiempos recientes se han introducido en Europa varias especies exóticas, especialmente los gansos de China y del Canadá, y patos asiáticos y americanos. Desde el punto de vista utilitario, la cría del pato ofrece muy pocas dificultades allí donde se dispone de aguas corrientes ó estancadas, y campo libre, y rinde en muchas partes buenas ganancias, particularmente en Holanda, que es la patria, digámoslo así, de la cría del pato. La del ganso es asimismo bastante sencilla en circunstancias ordinarias, y se practica en gran escala en el Norte de Alemania, donde los animales pastan en el campo y después se ceban en establos con granos, legumbres y raíces hasta que alcanzan un peso de 10 á 12 kilogramos, ó más, en cuyo estado es su carne muy apetitosa. Pero el célebre salvador del Capitolio, que en Roma estaba consagrado á Juno, y en Grecia á Persephone y Príapo, y era, por tanto, un ave mimada, es objeto actualmente en algunas partes, sobre todo en Alsacia y Pomerania, de tratamientos verdaderamente bárbaros, para satisfacer el afán

de lucro y la golosina del hombre. Con el fin de aumentar el tamaño y mejorar el sabor de la pechuga y el hígado, con el que se prepara la célebre pasta de hígado graso *(pâte de foie-gras)*, se encierra al pobre ganso en cestos especiales, para privarle de todo movimiento, y con aparatos hechos á propósito se le llena el buche con alimentos sustanciosos, ó bien se le expone á un calor excesivo, sin darle apenas de beber, lo que, en unión de cebos estimulantes, produce una hinchazón anormal del hígado. Y no es menos condenable el modo bárbaro con que suele arrancársele, tres veces al año, el plumón para la confección de almohadas, y las plumas grandes, que se emplean todavía para escribir, pero más especialmente en la fabricación de pinceles.

Otra ave comúnmente objeto de la cría, es la paloma doméstica, procedente de una especie silvestre que se encuentra en las costas meridionales y occidentales de Europa, hasta las de Noruega. Dicha cría se ha practicado desde una antigüedad muy remota, y su resultado se manifiesta hoy en un sinnúmero de variedades del ave doméstica, muchas de las cuales sólo se tienen por afición, mientras que otras, más comunes, se crían por su carne, salvo en Rusia y en ciertos países orientales, donde es alimento prohibido por la religión. La paloma mensajera, que pertenece á un género pariente del de la doméstica y se utilizaba ya en Oriente, en Grecia, etc., en tiempos muy remotos, es nuevamente objeto de una cría activa en diversos países, desde que prestó tan buenos servicios durante el último sitio de París.

APICULTURA

Tiene por objeto la producción de miel y cera, y no deja de ser bastante lucrativa cuando se practica racionalmente; pero para ello es preciso tener conocimientos adecuados respecto del modo de ser y las costumbres de las abejas, y además la paciencia que supone la vigilancia constante de las colmenas. Tan interesante insecto se viene criando desde tiempo inmemorial; pero merced á los adelantos de las ciencias naturales y á las observaciones y experiencias de hombres prácticos, alcanza actualmente la apicultura un desarrollo que nunca tuvo antes, y se revela, no sólo en la producción enorme de miel y cera, que constituye en algunos países importantes artículos de comercio, sino también en las numerosas Sociedades de apicultores, así como en una literatura voluminosa.

Las abejas viven en sociedades ó enjambres, cada uno de los cuales se compone en estado normal durante el verano, de una hembra fecunda llamada reina, hembras no fecundas ú obreras, en número de 12.000 á 24.000, y de 600 á 1.000 machos ó zánganos. La reina tiene por única misión la de poner huevos, lo que verifica en la primavera y el verano, á razón de 1.200 á 2.000 diarios, depositándolos cada uno en una celdilla especial; de estos huevos pueden nacer reinas,

zánganos ú obreras. La misión de los zánganos consiste en fecundar á las reinas jóvenes, ó, si se quiere, las princesas, después de lo cual los matan las obreras sin contemplación de ningún género, echándolos fuera de la colmena; las nuevas hembras fecundas ó reinas que la reina madre no logra matar, abandonan la colmena seguidas de cierto número de obreras, y constituyen colonias nuevas. Las obreras llevan á cabo todas las faenas ordinarias al exterior como al interior de la colmena, elaborando la cera con que construyen los panales, recolectando la miel y el polen de las flores, así como el agua necesaria, alimentando la cría, etc. Están provistas, para su defensa, de un aguijón, cuya pérdida produce su muerte; en el hombre la picadura produce mucha irritación al principio, razón por la cual el colmenero emplea una máscara y guantes para librarse de ella, aunque los hay cuya piel se ha acostumbrado tanto á la herida, que maniobran sin ese resguardo; también hay razas abejunas que pican mucho menos que otras.

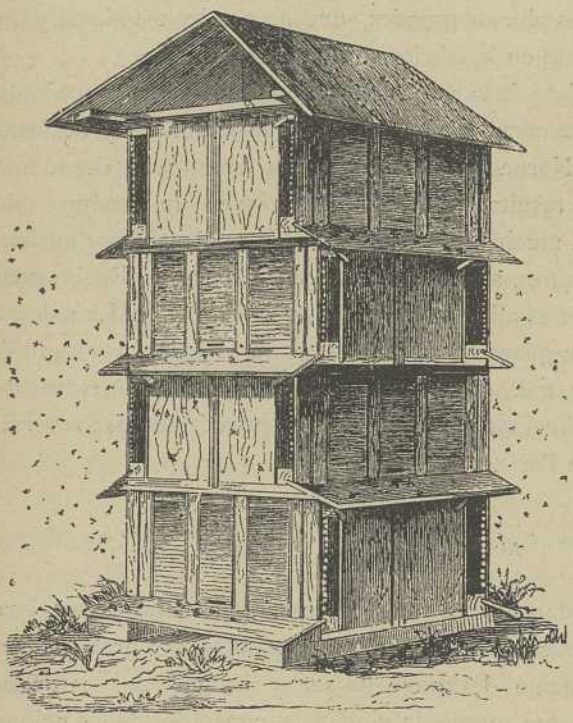


Fig. 263.—Colmena de Dzierzon.

La colmena ordinaria, ó sea la habitación que el hombre dispone para las abejas, se hace de diversas formas y materiales, paja, mimbres embarradas, corcho ó madera; en ella construyen las obreras los panales que, como saben nuestros lectores, se componen de celdillas regulares de cera, de sección exagonal, dispuestas en dos series opuestas, con un fondo común: la serie superior destinada á recibir la miel, y la inferior los huevos. Recordaremos aquí de paso que la miel consiste en los jugos azucarados de las flores, que las abejas recogen en un buche especial y vierten en las celdillas por la boca; y que la cera es un producto de la digestión de la miel que consumen las abejas, producto que secretan los segmentos ventrales de su abdomen, calculándose que las abejas necesitan cuando menos 12 kilogramos de miel para producir un kilogramo de cera. Para obtener los productos con las colmenas ordinarias se destapan ó levantan éstas periódicamente, y se cortan y sacan parte de los panales, dejando

los demás en su sitio, á fin de que las abejas tengan alimento suficiente durante el invierno. Pero de treinta años á esta parte se ha desarrollado extraordinariamente la llamada apicultura móvil, invención del célebre apístico alemán *Dzierzon*, que se basa en el empleo de una colmena de construcción especial (fig. 263), en cuyo interior se hallan dispuestas series de pequeños marcos de madera, rectangulares, dentro de los cuales construyen las abejas sus panales, y que pueden sacarse cuando se quiere, sin producir perturbación. De esta manera, y mediante el empleo de un centrífugo para separar la miel del panal, éste puede quedar adherido al marco y volver á introducirse en la colmena, para que se llene otra vez de miel; la ventaja es evidente cuando se tiene en cuenta la cantidad considerable de esta sustancia que las abejas consumirían para producir la cera necesaria para la construcción de nuevos panales, cantidad que por el método de Dzierzon resulta en exceso de la que buenamente se obtiene de las colmenas ordinarias. Mas aun cuando se trate de obtener mucha cera, y por consiguiente los panales vaciados por el centrífugo se saquen de sus marcos para fundirlos, la colmena de Dzierzon resulta muy ventajosa por las facilidades que ofrece para vigilar y cuidar las abejas, acudiendo á tiempo para alimentarlas cuando escasea la miel destinada á su sustento, para socorrerlas en sus enfermedades, ó para defenderlas contra los ataques de otros insectos.



LA SELVA

Y LA

SELVICULTURA

Importancia de la selvicultura.—Influencia de los bosques sobre las condiciones físicas del país.—Influencia de la vegetación selvática sobre las condiciones higiénicas de una región.—Composición y distribución de las selvas.—De las coníferas.—De los árboles de hojas planas.—Arboles de las selvas españolas.—Selvicultura.—Repoblación de montes.—Diversas clases de selvas.—Enemigos de la selva.—Corta de árboles.—Elección y transporte de las maderas.

DESDE los albores de la civilización, y durante lo que podemos llamar la primera fase de la misma, fué la selva objeto de amor y hasta de veneración por parte del hombre, y la razón es obvia: muchísimos pueblos vivían exclusivamente de la abundante caza á que daba albergue, y hallaban en ella abrigo, así como material para sus armas y utensilios y alimento para el fuego. Andando el tiempo y generalizándose más la fase pastoril de la civilización, la selva no ofrecía al hombre los mismos atractivos que antes; al contrario, huía el pastor de ella, buscando terrenos abiertos en donde apacentar sus ganados; la selva tuvo después en el hombre, convertido en agricultor, un enemigo implacable, pues á medida que crecía la población y las necesidades humanas, hubo

precisión en muchas comarcas de talar los bosques para dar paso al arado, relegándose la selva cada vez más á los terrenos escabrosos é incultivables. Actualmente se ha llegado, en la mayoría de los países europeos, al límite extremo que el orden natural establece entre los montes y los terrenos cultivados, y aun en muchas partes, señaladamente en España, se ha traspasado dicho límite, irrogando perjuicios incalculables. Hace mucho tiempo que, para satisfacer las necesidades de las poblaciones, que iban en aumento, se talaron los hermosos bosques de nuestro continente, sin contemplación alguna respecto del porvenir, tanto que al fin la abundancia se fué convirtiendo en escasez, sintiéndose ya, á mediados del siglo pasado, la falta de leña. Entonces se pensó por vez primera en estudiar las leyes que rigen la vida de los bosques y en colocar éstos bajo la protección del Estado, como parte del patrimonio público; Alemania inició esta campaña tan provechosa, y gradualmente se han desarrollado una ciencia y una legislación forestal que no hallaron eco en nuestro país hasta mediados del siglo actual (1846), cuando se estableció en Villaviciosa de Odón la Escuela especial de ingenieros de montes, trasladada más tarde al Escorial.

Aunque, gracias á los conocimientos especiales adquiridos y á los progresos de la enseñanza pública, ha desaparecido ya en los países del Centro y Norte de Europa la insensata hostilidad de los pueblos hacia los bosques, reconociéndose desde luego su absoluta necesidad para subvenir al consumo de maderas y leñas de todas clases, la mayoría de las gentes que vive lejos del monte, lo mira con indiferencia, ignorando ú olvidando la inmensa importancia que tienen los bosques respecto de las condiciones físicas de un país, y ante la cual la cuestión del abastecimiento de leñas y maderas es de valor secundario. Pero si tal sucede aun en pueblos tan adelantados como el alemán, ¿qué se puede esperar en el nuestro? «En su lamentable atraso, en su crasa ignorancia, nuestro pueblo se interesa poco por el fomento de los árboles. Hay provincias enteras donde se tiene repugnancia al más hermoso adorno, á la mejor hechura de la creación; á esos seres á los cuales rinden pleito homenaje las tiernas avecillas, y entre los cuales abren orgullosas las flores sus corolas, dibujando con ellas graciosos ramilletes; á esos seres, siempre bellos, ya levanten sus brazos hacia las nubes, llenos de majestad, ya extiendan sus ramas entrecruzadas en amigable consorcio, ya las vuelvan hacia la tierra madre para abrigar todo lo nacido. Hay comarcas donde es general la aversión al arbolado, sin otro motivo que la creencia de que atrae á los pájaros, y que éstos devoran las semillas. ¡Prosaicas tierras de rudos moradores! ¡Merecéis, en cambio, no tener una flor, ni una gota de agua en vuestros campos, asolados por millones de insectos! Que entre éstos, más que en las semillas, buscan las aves su natural alimento. ¡Seguid, incultos labriegos, seguid calentando vuestros tristes hogares con paja y con los excrementos de vuestras bestias!»

INFLUENCIA DE LOS BOSQUES SOBRE LAS CONDICIONES FÍSICAS DEL PAÍS

La existencia y el bienestar del hombre se hallan ligados á ciertas condiciones climatológicas y del terreno, ó sea á condiciones físicas determinadas del país en que vive, y sobre ellas ejercen las selvas una influencia poderosa. Las relaciones de la temperatura y la humedad, la acción de los vientos, la mayor ó menor variabilidad de la superficie del suelo, etc., dependen esencialmente de los bosques, como enseñan la historia y la experiencia diaria.

La influencia que ejercen las selvas sobre la temperatura anual media es poco notable en nuestras latitudes; pero se hace muy apreciable, en cambio, sobre la distribución del calor según las horas del día y las estaciones del año. El proceso vital del arbolado da lugar, durante el tiempo de la vegetación, á la evaporación de una masa de agua enorme, por cuya razón, y porque el follaje corta el paso á los rayos solares, el aire de los bosques es siempre más fresco durante el día que el de los terrenos desprovistos de árboles, y más caliente durante la noche; pues la radiación terrestre, esto es, la pérdida del calor bajo el cielo sereno, siempre es más considerable en el campo libre que en la selva, cuyo espeso manto de verdura retiene mejor el calor recibido durante el día. Lo dicho respecto de la distribución del calórico en las diferentes horas del día, es aplicable con relación á las estaciones del año: el calor del verano, retenido durante más tiempo por los bosques, retrasa la entrada del invierno, al propio tiempo que la de la primavera. Por consiguiente, como las capas de aire se mueven y compenetran continuamente, es fácil comprender que la selva, amortiguando, digámoslo así, las temperaturas extremas, ejerce una influencia sumamente benéfica sobre el clima de una comarca, y que en un país bien provisto de bosques se prolonga la duración de la primavera y del otoño, impidiendo que se acentúen en el verano los calores intensos, que frecuentemente ponen en peligro la existencia del mundo vegetal.

Las diferencias de temperatura entre los bosques y los campos dan lugar á corrientes de aire, de un modo análogo á lo que sucede en las costas marítimas; pero dichas corrientes sólo producen efectos locales. Más importante es la defensa que ofrecen las selvas contra las tempestades, rompiendo su violencia, moderando su velocidad y con ello sus desastrosos efectos. En las costas de mar los bosques constituyen el único medio de evitar la invasión de las arenas hacia el interior; muchos campos abiertos serían incultivables sin la protección que les ofrecen las selvas vecinas, mientras que en las elevadas comarcas montañosas han desaparecido ya muchos excelentes prados naturales, merced á la destrucción de los bosques, que los protegían contra los vientos secos y fríos.

Suele atribuirse á los bosques cierta influencia sobre la cantidad de lluvia, ó, mejor dicho, del agua meteórica que cae anualmente en un país; y la exactitud de la proposición ha sido demostrada en los países de la zona cálida, donde á la tala de los bosques ha seguido una disminución notable de dicha cantidad; pero en nuestras latitudes, y especialmente en la zona central y septentrional de Europa, la cantidad anual de agua meteórica (lluvia, granizo, nieve), que, como saben nuestros lectores, se determina por medio del pluviómetro, depende de causas en un todo distintas, especialmente por la situación geográfica, la configuración del terreno, la altitud absoluta y la dirección predominante del viento. «Si, como dice nuestro ingeniero Mallada, se exceptúa Suiza, España es el país más montañoso y más quebrado de Europa, pasando su altitud media de 700 metros; pero hay que advertir, en primer lugar, que la disposición de las cordilleras de la península es mucho más desfavorable que la de los Alpes en punto á condiciones climatológicas, sobre todo á la humedad. Los Alpes están agrupados de manera que son un centro de atracción; las montañas españolas se alinean de modo que forman barreras sucesivas á aquélla, pues las cimas se levantan á través de corrientes atmosféricas, detienen las nubes y las aligeran de agua. Así, mientras en cada valle de los Pirineos franceses y de los cántabros corre un río considerable, las mesetas de Castilla, defendidas al Norte contra las corrientes lluviosas procedentes del golfo de Vizcaya, están surcadas por arroyos casi todo el año secos. Más al Sur, todavía encontramos mucho más secas á Extremadura y las llanuras de la Mancha, abrigadas por las cordilleras Carpeto-Vetónica, Celtibérica y Mariánica, que forman con sus estribaciones numerosas filas de montes paralelos. Llega, por fin, el máximum de sequedad en las ramificaciones de las cordilleras Mariánica y Penibética por las provincias de Murcia, Alicante y Almería. No solamente son nuestras montañas causa principal de la escasez de lluvia, sino que acentúan más la sequedad, pues la enorme altitud media de la Península contribuye á acelerar, como es consiguiente, la marcha de las aguas. Y mientras que los ríos de la mayor parte de Europa van á su desembocadura mansamente por un largo curso, dibujando numerosas meandras, ó á través de lagos y pantanos, los ríos de España se precipitan por rápidas pendientes, abren profundos barrancos, se encajonan entre altas escarpas, y roen en sus tumultuosas crecidas lo más feraz y productivo de nuestras huertas.»

Pero si en Europa no cabe atribuir á los bosques una influencia directa sobre la cantidad anual de meteoros acuosos, desempeñan, en cambio, el papel principal en la distribución de éstos. El aire de las selvas es siempre más húmedo que el del campo abierto, y como es también más fresco en el verano, determina con mucha mayor frecuencia una condensación del vapor acuoso. En la selva, es más frecuente y más abundante el rocío, y llueve también más á menudo que en los campos, aun cuando no sea mayor la cantidad total de

lluvia; pero lo esencial es que la humedad que recibe la selva la retiene mejor y por más tiempo. El terreno de la selva es más suelto ó abierto, infiltrándose el agua en él á mayor profundidad; al mismo tiempo se halla cubierto por una capa más ó menos espesa de hojas caídas y musgos, que constituye como una esponja que absorbe y retiene una masa enorme de agua, la cual, al infiltrarse gradualmente en el subsuelo, alimenta de continuo los manantiales durante el año entero; y de aquí la persistencia de los arroyos y los ríos en las comarcas selváticas.

Por el contrario, en un país desprovisto de bosques, la humedad desaparece pronto bajo la influencia de los rayos solares y el viento; las gotas de lluvia, al caer sobre declives desnudos de vegetación, ruedan veloces y se reunen en numerosos hilos acuosos y torrentes, que se precipitan impetuosos, barriendo la superficie, arrastrando arena y grava hacia la llanura, y sepultando á veces los prados y campos cultivados bajo una masa de detritus infecundo. De esta manera, las aguas que debieran servir para asegurar la fecundidad de los campos durante semanas enteras, se deslizan rápidamente, dejando los declives roqueños y arrugados por la erosión, tan secos y áridos como antes. En los países donde los pueblos no supieron poner coto á tiempo á la devastación de sus selvas, se levantan todos los años quejas desgarradoras en vista del incremento de las inundaciones y los inmensos perjuicios que originan; y es que, en semejantes regiones, la lluvia cae torrencialmente á intervalos más largos, porque calentándose con exceso el aire sobre las montañas desnudas, absorbe una cantidad considerable de vapor acuoso, que se condensa rápidamente bajo la influencia de un enfriamiento. En los declives desprovistos de arbolado se funde la nieve con rapidez, dando también lugar á torrentes que asuelan con frecuencia comarcas feraces.

¡Qué inmensa diferencia entre un país con arbolado y otro enteramente desnudo! «No busquéis en éste abrigo alguno contra los rigores de la estación; no os admiréis de no encontrar en él una sola gota de agua ni un ser viviente; y si, por fin, halláis alguna aldea, no os sonrojen los detestables caracteres de sus habitantes. Porque es lo general que en las comarcas escasas ó exentas de árboles, las cualidades morales de sus pobladores sean infinitamente peores que las de otros cuya existencia corre venturosa entre una rica vegetación. En éstos veréis todas las señales de la cultura; en aquéllos, la sequedad del suelo engendra la sequedad del espíritu y la rudeza y los feroces instintos del pueblo. No estimuléis su inteligencia embotada; no os inquietéis por fomentar su educación; rechazan cuanto tienda á mejorar sus condiciones sociales, y se consideran gozosos en su abandono y en su estado próximo al idiotismo. Mas si por compasión ó por interés nacional os avergüenzan tales compatriotas, dadles agua á todo trance, cambiad el aspecto de su país, y habréis hecho una nueva conquista en bien de la civilización.

«El aumento de la tierra vegetal crece en razón directa de la cantidad de arbolado: los despojos de los montes, la leña muerta y la hojarasca constituyen un abono natural, enriqueciendo á aquélla con sobrada proporción de humus ó mantillo; y éste no puede tener fijeza en las comarcas peladas, á las cuales las mismas lluvias desgarran, haciendo asomar el subsuelo en toda su desnudez. Véase lo ocurrido en muchas comarcas de España, donde, con vandálicos instintos é irracional egoísmo, las generaciones que nos han precedido arrasaron enteramente los bosques. Muchas montañas que hoy vemos improductivas lo seguirán siendo luengos siglos. En cuanto se arrebató la vida á los árboles que las vestían, sus raíces, ya muertas, quedaron sin fuerza para entretejer el suelo con el césped que aprisionaba la lluvia; se agostaron las más humildes hierbecillas y los arbustos; quedó sin defensa la tierra vegetal, y el trueno de la tempestad se confundió con el estrépito de los témpanos del suelo, que cedían al empuje de las aguas. Aquellas montañas, coronadas de flores en pasados siglos, tienen hoy sus rocas al descubierto; antes eran cruzadas en todos sentidos por inmensos rebaños, albergaban felices moradores, las surcaban sendas en todas direcciones; hoy no encontraréis más que ruinas, enormes peñascos y grandes canteras. ¡Nada que pueda alterar el silencio más absoluto!»

INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN SELVÁTICA SOBRE LAS CONDICIONES HIGIÉNICAS DE UNA REGIÓN

Aun cuando la cantidad de oxígeno contenida en la atmósfera es en todas partes la misma, agréganse al aire de las ciudades muchas sustancias, como el humo y hollín de las chimeneas, los vapores de fábricas de curtidos, jabón, cola, de los mataderos, etc., así como las emanaciones de alcantarillas, que no sólo son inútiles para la respiración, sino que en ocasiones constituyen graves peligros para la salud de los habitantes. La vegetación, y más especialmente el arbolado, tiene la misión de absorber la mayoría de dichas sustancias, contribuyendo á la purificación de la atmósfera. Por otra parte, atribúyese la mayor salubridad del aire del campo, y señaladamente del de los bosques, á un contenido superior en ozono, opinión, sin embargo, que parece errónea. Sea de ello lo que fuere, está plenamente comprobada en todas partes la influencia purificadora del arbolado, y con razón se esfuerzan las autoridades de las ciudades en los países más adelantados, por dotar á éstas con parques, paseos y jardines bien provistos de árboles, subsanando en lo posible la falta de selvas, mientras que los habitantes que gozan de medios suficientes abandonan la ciudad en el verano en busca de los aires más salutíferos del campo.

Pero la mayor importancia higiénica de los bosques estriba en la regularización de la temperatura y la humedad, de que hablamos más arriba. En un

país convenientemente provisto de bosques, los extremos de temperatura y humedad se reducen notablemente, y no es necesario que insistamos acerca de la influencia perjudicial para la salud que tienen los cambios bruscos de temperatura; pues la experiencia médica viene demostrando hace tiempo que los años caracterizados por variaciones repentinas son siempre los en que se desarrollan con más energía las enfermedades endémicas y epidémicas. La selva ofrece también protección contra el viento tan seco y frío del Nordeste, que produce con tanta frecuencia la inflamación de los órganos respiratorios; cuando este viento pasa primero por una selva vecina, absorbe una cantidad considerable de humedad y calor, y queda moderada su acción maléfica. Además, la selva rompe la fuerza del viento, sea cual fuere su dirección, y gran cantidad de materias en división muy tenue, como arena, polvo, hollín, etc., queda detenida por el arbolado, cuyo follaje obra como un cedazo.

COMPOSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS SELVAS

La selva se halla constituída en primer término por árboles, á los que están generalmente subordinados diversos arbustos; ambas clases son plantas leñosas, es decir, que sus troncos tienen la dureza y consistencia de la madera, la cual procede de partes blandas y jugosas, y necesita por lo menos tres meses de tiempo para adquirir la consistencia que le es propia, ó sea para madurar. Donde la temperatura tarda menos de dicho plazo en descender hasta el grado de congelación, en las regiones polares y las partes más elevadas de las montañas, no puede prosperar ninguna planta leñosa, pues se hielan los vástagos llenos de jugo, antes de que la madera se haya formado. La sequía en las estepas y los desiertos impide también el desarrollo de dichas plantas; pues el agua, ó no existe, ó se presenta durante un espacio de tiempo demasiado corto para que se forme la madera y puedan desenvolverse las yemas en el grado necesario para asegurar el crecimiento sucesivo.

Además de los límites naturales que acabamos de señalar, y que ponen coto, por regla general, al desarrollo de plantas leñosas de tronco elevado, existe para cada especie de árbol en particular, un grado de temperatura mímima, y también, en la mayoría de los casos, otro de temperatura máxima, más allá del cual no puede vivir la planta. La composición mineral del terreno, la inclinación de éste, sus condiciones hidrográficas, su situación respecto de los vientos crudos ó secos y su altitud absoluta, son también otros tantos factores que imponen límites más ó menos estrechos al crecimiento de las diversas especies de árboles; límites que sólo pueden traspasarse en grado reducido, mediante el cuidado del hombre, ó sea por medio de la aclimatación.

Ambos círculos polares carecen de bosques propiamente dichos; pues lo

que en Groenlandia, por ejemplo, se designa con tal nombre, se reduce á algunas matas de sauce que se encuentran en las *fiordas* ó bahías mejor resguardadas de la costa meridional. Una línea trazada por el grado 68 de latitud Norte en la Europa occidental, por el grado 67 en Siberia, el 61 y 62 en Kamtschatka, el 61 en el Noroeste de América y el 57 en la costa del Labrador, representa próximamente el límite septentrional de la vegetación arbórea. Sólo allí donde las aguas relativamente calientes de caudalosos ríos elevan un poco la temperatura del aire, y donde al mismo tiempo las montañas elevadas ofrecen alguna protección contra los vientos, se adelantan los bosques algunos kilómetros más allá de dicho límite. En el hemisferio meridional del globo carecen ya de selvas la mayoría de las islas que se hallan fuera del círculo de los 50 grados de latitud.

Las zonas templadas se distinguen por el predominio de los árboles de hojas aciculares y de hojas planas: los primeros pertenecen en Europa principalmente á la familia de las abietíneas, que comprende ante todo el pino albar *(Pinus sylvestris)*, el abeto blanco *(Abies pectinata)* y el abeto rojo *(Abies excelsa)*. En el hemisferio meridional del globo las coníferas predominantes son las araucarias y los podocarpos. Nuestros árboles de hojas planas pertenecen principalmente á la familia de las cupulíferas, comprendiendo los robles y las hayas, á las que se agregan algunas amentáceas, como sauces, chopos, álamos y abedules. Las regiones más cálidas de nuestra zona templada, por ejemplo, en Europa, las costaneras del Mediterráneo, poseen numerosas plantas leñosas con hojas coriáceas, brillantes y siempre-verdes, pertenecientes á diversas familias botánicas. Además de diferentes especies de pino, como el carrasco y el piñonero, se encuentran varios robles de hoja siempre-verde, el alcornoque, y también varios laureles, el boj, y otros, si bien estos últimos rara vez ó nunca constituyen verdaderos bosques. En las regiones más frías de dicha zona templada, las selvas, si bien extensas y hermosas, tienen un carácter más uniforme, componiéndose generalmente de una ó dos especies de árboles, por ejemplo, del abeto ó el haya; aun las selvas de la Europa central que se llaman mixtas, se componen, cuando más, de diez á quince especies arbóreas. Sus hojas ostentan por lo común formas sencillas; sus flores son poco aparentes, y sus frutos, lo mismo desde el punto de vista de su aspecto que desde el de su utilidad, tienen escasa importancia.

En cambio, las selvas de la zona tropical son ricas en grado extraordinario en especies y formas diversas, hallando numerosa representación, á veces en áreas relativamente reducidas, palmeras, laureles, mirtos, bigoniáceas, ebenáceas, terebintíneas, higueras, cedreleas, bombáceas y otras muchas familias botánicas. Sus hojas presentan, en general, hermosas y variadas formas, y son en muchos casos perennes; las flores de colores preciosos abundan á veces tanto, que eclipsan totalmente, durante algún tiempo, el verde del follaje; los frutos varían

muchísimo de tamaño, forma y color, desde los grandes y nutritivos del árbol del pan y del cocotero, hasta la tan apreciada nuez moscada y la semilla venenosa de la estricnina, ó sea la nuez vómica de la farmacopea. Las notables diferencias que presenta el arbolado de la selva tropical, comparado con el de regiones más frías, se manifiestan igualmente en las plantas subordinadas. En nuestros bosques sólo recuerdan el lúpulo, la vid silvestre, el convólvulo y la hiedra, á las lianas y plantas trepadoras de los trópicos, y el muérdago es la única planta parásita. Pero en las selvas tropicales las especies trepadoras se cuentan por centenares, pertenecientes á las familias más diversas, mientras que multitud de higueras, aroideas, orquídeas, helechos y otras plantas parásitas, convierten con frecuencia un sólo árbol en un aéreo jardín, cubriendo enteramente sus ramas.

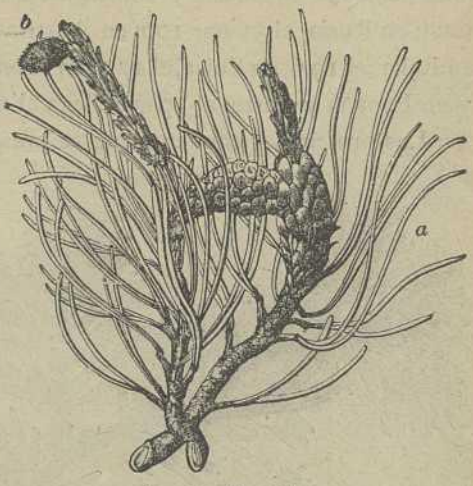


FIG. 264.—Pino albar.

No podemos entrar aquí en consideraciones respecto de las selvas de las diferentes latitudes de la tierra; pero tendremos ocasión de descender á algunos pormenores, al tratar más adelante de las maderas exóticas.

Así como las selvas cambian de carácter, desde el punto de vista de su composición, á medida que se alejan del ecuador hacia los polos, ó sea conforme á su latitud geográfica, de parecido modo varían también según la altitud á que se encuentran sobre el nivel de mar. Aun en la zona tropical se presentan en las montañas elevadas plantas propias de climas más fríos; las especies no son precisamente las mismas, pero son afines ó parientes, al punto de que dichas selvas montañosas presentan con frecuencia condiciones análogas á las de nuestros Alpes. En éstos se distinguen, según la altitud, tres regiones características: en la inferior, más cálida, el nogal florece hasta la elevación de 900 metros; el roble, el olmo y el tilo, hasta 1.060, y el haya hasta 1.250 metros; ésta es la región de los árboles de hojas planas, á la que sigue la de los árboles de hojas aciculares, ó sean abetos, pinos y alerces, que desaparecen próxima-


FIG. 265.—Abeto rojo.

mente á la altura de 2.000 metros; por último, en la región superior, hasta unos 2.200 metros, sólo se encuentran algunos arbustos ó árboles enanos, aislados.

La superficie poblada de bosques en los diferentes países europeos varía notablemente: en Suecia y Noruega cubren las selvas el 68 por 100 del área total; en Rusia, el 31 por 100; en Austria-Hungría, el 29,5; en Alemania, el 25,7; en Italia, el 19,6; en Suiza, el 17,5; en Francia, el 15,4; en Bélgica y Holanda, el 7, y en España y Portugal apenas llega al 6 por 100.

Las principales coníferas que se presentan en las selvas del Norte y Centro de Europa son el pino albar *(Pinus sylvestris)* (fig. 264) y el abeto rojo *(Abies excelsa)* (fig. 265): el primero constituye por sí solo bosques extensos en las bajas llanuras arenosas del Norte, encontrándose también, en proporción no despreciable, en las montañas del Centro; el abeto rojo florece principalmente en los montes más elevados, en cuyas selvas es el árbol predominante. En muchas regiones montañosas se presenta también el abeto blanco *(Abies pectinata)* (figuras 266 y 267), ora formando bosques por sí solo, ora en compañía del abeto rojo ó del haya. El tejo *(Taxus baccata)*, más común en otros tiempos, sólo prospera hoy en algunos bosques del centro, y también, aunque más raramente, en los Alpes; en las selvas más elevadas de esta cordillera se encuentran algunos ejemplares del pino cembra. El alerce (*Larix europaea*) (fig. 268) es un árbol del Norte y de los Alpes; pero en vista de su gran utilidad, se ha introducido en las selvas de la Europa central, cultivándose, ora por sí, ora en compañía del haya y el pino albar. El pino del monte (*Pinus montana*) se halla relegado casi exclusivamente á las montañas más elevadas, como los Alpes y Cárpatos, donde se presenta, por lo general, á una elevación absoluta, superior á 1.250 metros, y otras especies menos comunes todavía son el pino americano de Weymouth (*Pinus strobus*), y el pino negro (*P. nigricans*).

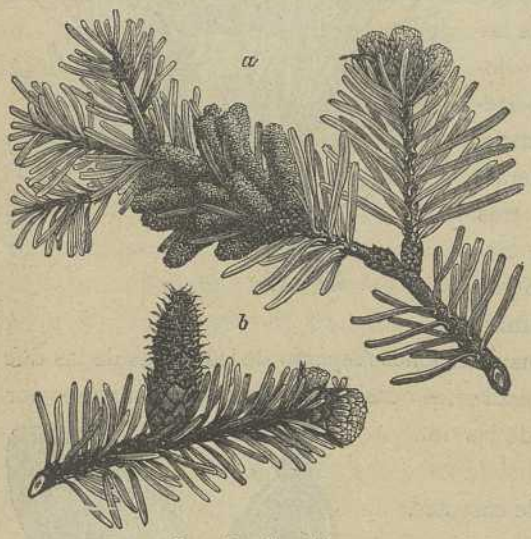


FIG. 266.—Abeto blanco; *a*, rama con flores masculinas; *b*, ídem con flores femeninas.

Entre los árboles de hojas planas, desempeña el papel principal en las selvas de que hablamos, el haya (*Fagus sylvatica*, fig. 269) desde las costas del mar del Norte hasta los Alpes. Síguenle en importancia las dos especies de roble, *Quercus robur* y *Q. pedunculata;* el carpe (*Carpinus Betulus*, fig. 270) y

el abedul (*Betula alba*). Además se encuentran en dichas selvas varias especies de arce (fig. 271), álamo, chopo, tilo, fresno, olmo, aliso, sauce y otros, los cuales no constituyen bosques por sí, sino que se hallan mezclados con las especies preponderantes ya referidas.

En cuanto á las selvas españolas, tomamos las siguientes noticias de la *Reseña Geográfica y Estadística*, recientemente publicada por el Instituto Geográfico y Estadístico.



FIG. 267.—Abeto blanco.

La familia de las abietíneas es, del grupo de las coníferas, la más importante de España, y de ella los géneros *Abies* y *Pinus*. Del primero sólo tenemos dos especies que viven silvestres: el abeto (*Abies pectinata*) y el pinsapo (*Abies pinsapo*), extendiéndose aquél por la zona septentrional y éste por la meridional. Aun cuando el área del abeto es grande, pues sus límites extremos abrazan una extensión de 150 grados de longitud y de 14 en latitud, su habitación en España está reducida á los Pirineos navarro, aragonés y catalán, y á algunas sierras dependientes de ellos, como el Monseny y la de Guara; la faja que ocupa constituye el límite meridional de su área, por lo cual, por el número de sus individuos y por el buen tamaño que adquiere, es, como especie arbórea, una de las que caracterizan á nuestra zona septentrional. Dentro de ésta hay los mayores rodales de dicha especie, entre los 1.000 y 1.600 metros de altitud; bajando en ejemplares aislados ó pequeños rodales á 700 metros, y subiendo, mezclado con el pino negro, hasta los 2.000, prefiriendo las umbrías á las solanas y los suelos profundos y frescos procedentes de la descomposición de los terrenos de transición y plutónicos. El área del pinsapo es mucho más reducida

que la del abeto, comprendiendo no más que 2 grados en latitud y 12 en longitud, hallándose limitada al Norte por nuestra Serranía de Ronda, en la que se hallan rodales silvestres de esta especie y el conocido pinsapar de Ronda, en la sierra de las Nieves. Vive esta especie en España, entre las altitudes de 1.000 y 1.800 metros, en suelos calizos, y carece de importancia forestal por la pequeña extensión que ocupa, si bien la tiene en el concepto de la geografía botánica, por ser nuestros pinsapares los únicos montes de esta especie que existen en Europa.



FIG. 268.—Alerce.

De las sesenta ó más especies de pino que se conocen, España tiene solamente seis, ó sean los *Pinus pinea*, *sylvestris*, *montana*, *pinaster*, *halepensis* y *laricio*, todas ellas pertenecientes á la sección cuyas hoyas ó acículas están agrupadas de dos en dos, en estuches destinados al efecto. Se prescinde del *Pinus canariensis*, cuyas hoyas están agrupadas de tres en tres, porque al archipiélago de donde recibe su nombre, y en el que forma montes de bastante extensión, principalmente en la Gran Canaria, se le considera dependiente del continente



FIG. 269.—Haya.



FIG. 270.—Carpe.

africano; y también se omite la especie *Pinus pirenaica*, por ser dudosa su existencia en España, como manifiesta el Sr. Laguna en su *Flora Forestal*. Todos los pinos españoles ocupan vastas áreas de nuestro territorio, repartiéndose por él, no de una manera arbitraria, sino en armonía con el área y condi-

ciones propias de cada cual, pudiendo decirse, en términos generales, que el *Pinus pinea* ó piñonero se extiende por la mitad meridional de la Peninsula, formando extensos montes en Andalucía y ambas Castillas; los pinos negral y marítimo *(P. laricio* y *halepensis)*, por su mitad oriental, siendo renombrados por su importancia los montes que aquél forma en la Serranía de Cuenca y en las sierras de Segovia y de Cazorla; el pino albar *(P. sylvestris)*, por las regiones septentrional y central, si bien llega hasta Sierra Nevada, donde hay algunos rodales de esta especie en mal estado, que son interesantes, porque determinan el límite Sur de su área; pero donde más abunda y origina montes de consideración, es en la vertiente Norte de la sierra de Guadarrama, en las partes altas de las cuencas del Duero y del Tajo y en los Pirineos navarro, aragonés y catalán; el *Pinus montana* es exclusivo de la región pirenaica, límite Sur de su área, y el *Pinus pinaster* se extiende por toda España, con preferencia, sin embargo, por las provincias meridionales y centrales. Esto es en sentido horizontal; en cuanto al vertical, los *P. pinea* y *halepensis*, peculiares de los climas mediterráneos, viven bien desde la costa hasta la altura de 1.000 metros; el *P. pinaster* recorre toda la escala de altitudes, desde 0 á 1.500 metros; el *P. laricio* sube hasta 1.800 metros en las sierras de Jaén, encontrándose los mejores montes de esta especie en España, entre 900 y 1.500 metros; el *P. sylvestris*, árbol exclusivamente de montaña en nuestra patria, se eleva hasta 2.000 metros en la sierra de Guadarrama y en Sierra Nevada, y el *P. montana*, que en los Pirineos aragonés y catalán vive unido al silvestre y al abeto, alcanza la altitud de 2.400 metros,



FIG. 271 —Arce de montaña.

antes de la cual aquéllos le abandonan y se queda formando el límite superior de la vegetación arbórea.

Las abietineas tienen gran importancia, porque ocupan considerables extensiones; influyen favorablemente en la regularización del calor y de los hidrometeoros, y suministran á la industria muchos, buenos y variados productos. Bastante menos importantes, tanto forestal como botánicamente, son las cupresíneas, á cuya familia pertenecen diversas especies de ciprés y enebro, y las taxíneas, representadas por el tejo. El enebro común *(Juniperus communis)* prefiere las laderas sombrías, expuestas al Norte, de nuestras elevadas montañas, en las que ocupa los límites de la vegetación leñosa, como se observa en los Pirineos y Sierra Nevada, en que llega hasta cerca de 3.000 metros; por esta sola consideración es digno de atención por parte de los forestales, atendida la conveniencia suma de conservar las especies leñosas de las grandes alturas por la influencia que ejercen en los hidrometeoros.

Igualan, si no sobrepujan, en España las amentáceas á las coníferas por las grandes extensiones de terreno ocupadas por la familia de las cupulíferas, principalmente por los géneros *Quercus* y *Fagus*. De este tenemos dos especies: el haya *(Fagus sylvatica)* y el castaño *(F. castanea* ó *Castanea vesca)*, propia aquélla de las secciones del Norte y Centro de España, en las que forma buenos montes en Navarra, Asturias, Logroño, León y Santander, y rodales de más ó menos importancia en Burgos, Palencia, Huesca, Soria, Zaragoza, Lérida, Provincias Vascongadas, Madrid, Guadalajara y otras; y el castaño de casi toda España, abundando en las provincias del Cantábrico, en Cataluña, Cáceres, Avila, Salamanca, Huelva y Granada, y escaseando en los antiguos reinos de Valencia y Murcia.

El género *Quercus* figura, por su importancia forestal, al lado de los pinos, habiéndose descrito unas 300 especies, de las que existen en España siete bien definidas y tres dudosas, distribuídas en la forma siguiente: El roble común *(Quercus sessiliflora)* y el roble albar *(Q. pedunculata)* por la región septentrional, existiendo confusamente mezclados en igualdad de proporciones en la provincia de Santander, á partir de la cual el albar aumenta y abunda más en Asturias y Galicia, y disminuye hacia el Oriente de España; lo contrario de lo que se observa en el de fruto sentado, que es más escaso en Asturias y Galicia que en Navarra, Aragón y Cataluña; la encina *(Quercus ilex)* y la coscoja *(Q. coccifera)*, por las regiones central, meridional y occidental, formando extensos montes, ya puros, ya mezclados, en Extremadura, Andalucía y ambas Castillas, no siendo raro encontrar ejemplares aislados de encina en todas las provincias, excepto en las del Noroeste; los *Quercus toza, lusitanica* y *suber*, conocidos respectivamente con los nombres vulgares de rebollo, quejigo y alcornoque, se extienden por toda España, no pudiendo decirse que la primera de dichas especies es puramente española, en atención á que su corta área se

circunscribe á la Península y al Mediodía de Francia, en tanto que las otras dos, por más que se hallen en casi todas las provincias, tienen su verdadero horizonte en Extremadura, Andalucía y Cataluña, salvo el quejigo, que lo tiene en las del Cantábrico; y, por último, la quejigueta (*Quercus humilis*) sólo por la zona meridional, en las sierras de Algeciras, de Tarifa, de los Gazules y otros puntos de esta región, no pasando su limitada área de esta zona y del Norte de Africa. Respecto de la altitud, se sabe que suben menos las especies que más alta temperatura media necesitan para su buen desarrollo; por esta razón queda más bajo que ningún otro la quejigueta, que se da en la región baja de nuestra zona meridional; se elevan algo más el alcornoque, el quejigo y la coscoja, conteniéndose aquél en las llanuras y laderas, hasta los 500 metros de altitud, prefiriendo los climas marítimos á los continentales, y alcanzando el quejigo y la coscoja altitudes, respectivamente, de 1.000 y 1.400 metros, por más que se muestra en ellos singular tendencia á quedarse mucho más bajos, en busca de los climas cálidos. La variedad fagínea del *Quercus lusitanica*, el roble común, la encina y el rebollo, tienen más amplitud en sentido vertical, pues recorren la escala de altitudes de 0 á 1.500 metros los dos primeros, á cuya elevación se les encuentra en Navarra y la Serranía de Ronda; la encina llega hasta 1.800 metros en las inmediaciones del Real Sitio de San Ildefonso, y el rebollo á 2.000 en Sierra Nevada. El roble albar prefiere, en España, las llanuras á las montañas, y se mantiene entre altitudes de 0 á 1.000 metros, sin alcanzar la de 1.500 á que se encuentra el roble común, que avanza menos que él en latitud, contraviniendo así una ley muy conocida de geografía botánica.

El alcornoque, la encina y la coscoja son árboles de hoja siempre verde, y en cuya categoría entran también varios arbustos que constituyen el monte bajo de ciertas regiones. Entre éstos mencionaremos más particularmente doce especies de *Cistus*, que dan uno de sus principales caracteres á la flora leñosa española, no sólo por ser en su mayor parte endémicas, sino ante todo por la propiedad de presentarse en nuestro territorio reunidas y formando masas más extensas y compactas que las de cualquier otro género, lo cual da aspecto propio á determinadas comarcas. El *Cistus ladaniferus* cubre vastas superficies, ya solo, ya asociado á los brezos, retamas y otras plantas en Sierra Morena, Extremadura y Castilla la Nueva, y se extiende también por las zonas oriental y meridional. A veces ocupan los cistos leguas cuadradas, como sucede en Sierra Morena y Extremadura, y cuando están en flor, durante los meses de primavera, ofrecen paisajes preciosos. Otro género de la misma familia, el *Helianthemum*, comprende numerosas matas que abundan también en nuestros montes.

SELVICULTURA

Una vez reconocido el gran valor de las selvas y su influencia sobre la fertilidad y habitabilidad de los países, y adquirido el convencimiento de que desaparecerían pronto si no se cuidaba de ellas, han sido objeto de un cultivo especial, que corre hoy á cargo de ingenieros y empleados creados al efecto; y tanto por medio de leyes adecuadas, como por la inversión de cuantiosos fondos, se esfuerzan los Gobiernos en proteger la riqueza forestal, en promover la selvicultura y mantenerla á la altura y en la relación debida respecto de los demás cultivos. Alemania, Austria y Francia han hecho esfuerzos supremos y gastado millones para subsanar los perjuicios causados en épocas anteriores de incuria, repoblando, en la medida de lo posible y lo conveniente, los montes antes destruídos por el hacha invasora; España, que se halla mucho más necesitada de extensos bosques que aquellos países, ha tomado también disposiciones legislativas, encaminadas á la multiplicación del arbolado, descendiendo hasta el pueril detalle de fijar el número de árboles que deben plantarse por hectárea; pero dicho se está que estas leyes, como tantas otras de las que se dictan en nuestro país, han sido letra muerta, y aún estamos aguardando á que su espíritu se traduzca en hechos.

El cultivo de montes, ó selvicultura, supone, por parte de quien está llamado á dirigirlo, conocimientos especiales, para cuya adquisición hace tiempo que existen en Alemania y otros países Academias forestales y cátedras en las Universidades, destinadas á la enseñanza teórica de los ingenieros de montes, cuya instrucción practica se realiza en la selva misma. En España se mandó crear la Escuela de Ingenieros de montes por reales decretos de 1835 y 1843, estableciéndose, por fin, en 1846 en Villaviciosa de Odón, donde continuó hasta 1869, año en que se trasladó al Escorial.

El ingeniero de montes experimentado debe reunir en sí los conocimientos del naturalista, del cultivador de bosques y del comerciante, siendo especialmente vasto en la actualidad el campo de las ciencias naturales que tiene abierto y sobre el cual han de extenderse sus estudios. Además, debe conocer de la legislación económica en general, y especialmente la que se refiere á los montes, así como las artes del ingeniero civil, en cuanto atañen á las construcciones de caminos é hidráulicas. En la práctica debe estar al tanto de la historia de la vida y las particularidades especiales de cada árbol, así como de las condiciones de cada valle y montaña en su distrito. Observa en el mismo las ventajas y los perjuicios que originan la temperatura, los vientos y los hidrometeoros; conoce la influencia de las corrientes aéreas y húmedas sobre la vegetación

encomendada á su cuidado, y cómo, en la medida de lo posible, puede aminorar sus perjuicios y promover sus beneficios.

Al par de las condiciones climatológicas, son objeto de la atención preferente del ingeniero de montes las del suelo. Tiene que profundizarse en el estudio de los diferentes terrenos, especialmente con referencia á su aptitud para el desarrollo de la vegetación, á fin de plantar los árboles más apropiados y de los que puede esperarse el mayor rendimiento. Como el agricultor, nuestro ingeniero atribuye la mayor importancia al humus ó mantillo, que se forma en la selva por la descomposición de la capa de hojas y acículas caídas, mezcladas con musgo y otras plantas menores propias del terreno; este humus, que es absolutamente indispensable para la producción de la madera, no se puede agregar á la tierra selvática por vía de abono, como se hace en la agricultura, sino que es preciso que la selva se nutra á sí misma; y cuando se priva al arbolado del monte de parte tan importante de su alimento natural, sacando esa capa de hojas caídas, se le irroga tanto perjuicio como si se privara al agricultor de sus abonos. Los árboles de hojas planas, en particular el haya, el roble, el fresno, el arce y el tilo, reclaman muy especialmente una tierra rica en humus; y en el aprovechamiento irracional que en muchas partes se hace de las hojas caídas en la selva, recolectándolas para emplearlas como camas en los establos y abono en el campo, estriba el que las especies arbóreas citadas tiendan cada vez más á desaparecer de ciertas regiones europeas.

Esta cuestión del aprovechamiento de las hojas caídas se halla continuamente sobre el tapete en la selvicultura, pues aun cuando en todos los montes del Estado, al menos en Alemania y Austria, así como en los de muchos particulares de dichos países, hace ya tiempo que la recolección de hojas está prohibida, y se castiga á los que contravienen las disposiciones legales, sigue practicándose en la mayoría de las selvas municipales y de pequeños propietarios, con grave perjuicio de la riqueza forestal. Mientras no se arraigue en todas partes la convicción de que dicho aprovechamiento de hojas equivale á sustraer á las selvas su fuente vital; mientras no estén conformes todos los dueños de montes en conservar el abono natural del arbolado, y se generalicen las leyes encaminadas al objeto, los millones que se invierten anualmente en la selvicultura son como si cayeran en un verdadero tonel de las Danaidas, y toda labor resultará inútil. El público se hace rara vez cargo del empobrecimiento, que sigue lenta, pero continuamente, su curso en muchas selvas, merced á la sustracción de que hablamos, y se inclina á calificar de exagerados los lamentos de los ingenieros de montes; pero desgraciadamente son muy justificados los pronósticos de éstos respecto del porvenir de dichas selvas.

REPOBLACIÓN DE MONTES

En otros tiempos nadie se curaba de plantar nuevos árboles en las selvas; después de cortados los que existían para aprovecharlos como madera ó leña, se contentaban nuestros antepasados con dejar al acaso, ó mejor dicho á los árboles existentes, diseminar las semillas de que podía nacer una vegetación nueva. Unicamente se cuidaba, en algunos países, de dejar en pie árboles seminíferos aislados, cuya destrucción solía castigarse con penas tan crueles ó brutales como los siglos en que se idearon.

Actualmente se vale todavía el selvicultor de la siembra natural en localidades á propósito, especialmente tratándose del haya roja y del abeto blanco, los cuales, necesitan durante el primer año de vida, la protección que contra las heladas les ofrecen los troncos maternos, y un aire medianamente húmedo; en tales casos los árboles adultos se cortan con parsimonia, de modo que en los espacios intermedios vayan naciendo los jovenes que han de renovar ó repoblar la selva. A veces la corta del bosque adulto se verifica sistemáticamente, dejando en pie, á intervalos determinados, filas ó series de árboles viejos, cuya semilla se esparce naturalmente por los claros hechos. Pero aun donde se sigue esta práctica, el ingeniero de montes concienzudo procura ayudar á la naturaleza cuando lo juzga necesario, haciendo roturar con el azadón el terreno de los claros, á fin de que la semilla que cae penetre mejor en la tierra y germine con mayor seguridad. Si á la corta no sigue inmediatamente un buen año de simiente, cosa por lo general incierta, el ingeniero procede desde luego á sembrar ó plantar á mano, pues cada año de espera retrasa la recolección de madera y empeora el terreno promoviendo el crecimiento de las hierbas. Las plantas jóvenes ó plantones se toman en parte de los sitios donde han nacido espontáneamente en número excesivo, ó sea demasiado juntos ó espesos para que puedan prosperar; pero la mayor parte se obtiene de la simiente en viveros dispuestos al efecto, y en los cuales se crían y cuidan con esmero muchas plantas jóvenes que se trasplantan después á la selva y sitios que se quiere repoblar. Esta renovación artificial se practica generalmente con el pino, y también en determinadas circunstancias con el abeto rojo y el roble.

El primer cuidado del selvicultor consiste en la recolección y elección de las simientes, á cuyo efecto tiene á sus órdenes hombres muy listos que suben á los árboles para recoger sus frutos maduros, faena que no está exenta de peligro. Para que las piñas frescas de alerces, pinos y abetos se abran y suelten sus simientes, es necesario secarlas, á cuyo efecto se extienden en un local calentado exprofeso, ó bien se someten á la influencia de una temperatura relativamente elevada, en grandes tambores ó cilindros giratorios de tela metálica, mé-

todo más perfecto y expedito que aquél. Las piñas del abeto blanco *(Abies pectinata)* y los frutos del álamo no necesitan semejante desecación artificial, como tampoco los del abedul, que se abren fácilmente frotándose entre las manos y separándose después la simiente de la cáscara por medio de una criba. También mediante el frotamiento y la criba, ó por medio de aventadores especiales, se desprenden fácilmente de las simientes de las coníferas las aletas, que no tienen importancia alguna para el desarrollo ulterior de las plantas. Las simientes de los robles, haya roja, abedul y olmo, no conservan su fuerza germinatriz más de medio año; las del arce, fresno, haya blanca y abeto blanco, pueden conservarse durante un año entero sin inconveniente, mientras que las del pino y del abeto rojo germinan todavía al cabo de tres años. Algunas simientes, como las del fresno, el haya blanca y el pino cembra, yacen bastante tiempo en la tierra antes de germinar, por cuya razón suele mezclarlas el selvicultor desde el principio con tierra húmeda en anticipación de la siembra; también las demás clases secas de simientes se ponen generalmente al remojo en agua un día antes de sembrarlas.

Los viveros ó almácigas en que se siembran las simientes y crían los plantones destinados á la repoblación de los montes, son espacios de terreno más ó menos grandes, según los casos, defendidos contra la caza mayor por un cerco sólido de madera ó piedra y situados de manera que la selva los proteja contra los vientos crudos y los rayos directos del sol. Su suelo se limpia de piedras y se labra cuidadosamente, abonándose la tierra con hojas descompuestas ó ceniza de plantas, dividiéndose el espacio en cuadros separados por calles ó senderos, como una huerta, y destinándose los cuadros á diferentes especies de árboles. La mayor parte de las diversas simientes germina en la primavera al cabo de cuatro á seis semanas; pero algunas, como el haya blanca y el fresno, no se desarrollan hasta pasado un año. Casi todos nuestros árboles silvestres crecen relativamente poco durante los primeros años; después empiezan á elevarse vigorosamente, ganando á veces más de 30 centímetros en un solo verano. El haya roja y el abeto blanco son, durante la primera fase de su desarrollo, muy sensibles al calor, la sequía y las heladas prolongadas, por cuya razón los cuadros de la almáciga en que se crían se protegen mediante una cubierta de musgo ó ramaje, siendo necesario á veces regarlos. Los árboles de hojas planas y, en general, las especies más delicadas, que reclaman un cuidado más constante, se crían en viveros fijos, dispuestos junto á la casa habitación de los ingenieros forestales, que en el Centro y Norte de Europa viven en la selva misma ó sus inmediaciones la mayor parte del año; pero tratándose sólo de las coníferas comunes, la siembra y cría tienen lugar en viveros provisionales, que se establecen en claros á propósito, en medio ó á orillas del monte, y sitios próximos á los espacios que hay que repoblar, defendiéndolos contra la caza mayor por medio de setos vivos espesos de abetos jóvenes, y abandonándolos al cabo

de algunos años, para establecer otros nuevos en sitios más cómodos, evitando así inútiles gastos en el transporte de los árboles jóvenes que se transplantan.

Por regla general, los selvicultores prefieren repoblar por medio de la transplantación, porque la siembra directa en el monte nunca da resultados tan seguros. Los métodos de plantío son tan diversos como la edad de los plantones; no dependen del mero capricho del selvicultor, sino que están determinados principalmente por las condiciones del terreno, la situación, el clima y la naturaleza de la especie arbórea que se trata de plantar. El método más común en la actualidad es el que consiste en disponer los plantones en filas ó series, separadas una de otra por una distancia igual á la que media entre plantón y plantón en una misma fila; el método antes preferido, pero que se adopta hoy rara vez, consiste en plantar arbolitos bastante desarrollados (tratándose de los de hojas planas, hasta de diez ó doce años de edad) en series paralelas distantes de dos á tres metros una de otra. Distínguense también varios sistemas de plantación, según que los plantones se coloquen en bajo ó en alto, aisladamente ó en grupos. En la plantación en bajo, que se practica de diversas maneras, los plantones, aislados ó agrupados, se colocan en el fondo de un pequeño hoyo circular, excavado al efecto en el suelo, mientras que en el sistema inverso, que sólo se adopta en terrenos pantanosos ó muy húmedos, ó bien en los muy secos, y se practica más especialmente con el abeto rojo, los plantones hallan colocación en lo alto de pequeños montones de tierra escogida, que se cubren con trozo de césped vueltos del revés. En otros tiempos era práctica general el plantar las coníferas en grupos, colocando hasta treinta plantones en un mismo hoyo; pero este método ha caído ya en desuso, practicándose hoy únicamente en sitios determinados y bajo condiciones excepcionales del terreno, y nunca colocando más de tres á cinco plantones en un mismo hoyo ó sobre un mismo montón.

Según las condiciones y la situación del terreno, se plantan las coníferas en forma de plantones de uno, dos, tres y hasta cinco años de edad, y los árboles de hojas planas en plantones de tres á cinco años, ó bien en arbolitos de diez á doce. De la edad de los plantones depende la distancia á que se plantan uno de otro. En el acto de transplantar es necesario cuidar de que las tiernas raicillas no se rompan ni se sequen; cuanto más avanzados los plantones, ó sea cuanto más años tienen, tanto más cuidado hay que poner al transplantarlos, razón por la cual se transportan en muchos casos desde el vivero con la raíz resguardada por una bola de tierra; los arbolitos de hojas planas de diez á doce años de edad, así como las coníferas de cinco años, nunca deben trasladarse sin dicha precaución. Si el terreno es pobre en sustancias alimenticias, se suele echar en los hoyos un poco de tierra de buena calidad al tiempo de colocar los plantones. Lo mismo que en la plantación, síguense diferentes métodos en la siembra arti-

ficial; por lo común, se siembra en hileras, practicando surcos paralelos y equidistantes en la tierra, y depositando en ellos las simientes, ó bien se distribuyen éstas á intervalos próximamente iguales sobre la superficie destinada al cultivo, después de labrarla con la azada.

DIVERSAS CLASES DE SELVAS

El problema principal de la selvicultura consiste en sacar de las selvas el mayor beneficio posible y compatible con su conservación. A este fin debe procurarse cultivar las especies de árboles que son susceptibles del mayor rendimiento, especies que varían, naturalmente, según las diferentes comarcas y las necesidades del comercio de maderas, leñas, etc. En ocasiones podrá ser necesario plantar una especie inferior de árbol, á fin de que sus hojas caídas vayan mejorando el terreno hasta el punto de poder cultivar después una especie arbórea de más valor, pero que reclama desde luego una tierra más fértil. Por esto una comarca selvática extensa suele comprender diversas clases de cultivo, lo cual es conveniente, además, para poder responder á las exigencias del público consumidor, surtiendo el mercado de productos diversos.

Grandísima importancia tienen las selvas de los declives precipitosos de elevadas montañas, llamadas en Alemania selvas de defensa, por cuanto impiden los aludes y desprendimientos de tierra, ó estorban el paso á los que se forman en regiones más altas y desprovistas de vegetación. En muchísimos casos dejarían los valles de ser habitables si no existieran semejantes selvas, y al explotarlas el selvicultor debe siempre dejar en pie cierto número de árboles vigorosos, de 100 á 120 años de edad, distribuídos con la mayor regularidad posible, á fin de que la selva no pierda su fortaleza; entre ellos debe hallarse siempre mayor número de árboles jóvenes de diferentes edades. El cultivo de estos montes supone muchas veces la necesidad de vencer grandes dificultades, dado lo escarpado de los declives en que suelen hallarse situados; por regla general, las cortas tienen lugar en ellos de diez en diez años, ya sea para beneficiar las maderas y leñas útiles, ya con el objeto de facilitar el desarrollo del arbolado joven.

No menos importantes que las selvas de que acabamos de hablar, son aquellos pinares que se encuentran á lo largo de ciertas costas marítimas, ó á orillas de estepas arenosas, y que impiden eficazmente la invasión, hacia el interior, de la arena impulsada por los vientos, enemigo tan temible en semejantes parajes. Dichos pinares se cuidan ó cultivan de un modo análogo que las selvas de defensa antes referidas, si bien con mucha más comodidad por hallarse en llanuras; pero mientras que las selvas de defensa en las elevadas montañas fueron siempre en su origen selvas vírgenes, los pinares de que hablamos son

con frecuencia creaciones artificiales, habiendo sido plantados por el hombre en tiempos recientes, para contrarrestar el avance de las dunas, como, por ejemplo, en el litoral alemán del Báltico y en el Atlántico del Mediodía de Francia y extensa comarca de las Landas; en tales casos, ora tratándose de la creación de un pinar nuevo, ora de la repoblación de un claro resultante de la corta de árboles, se hace necesario á veces proteger los plantones del lado del mar, por medio de setos de mimbres entretejidos, pues de otro modo quedarían sepultados bajo la arena.

Digamos de paso que se llama selva virgen á la que debe su origen á la Naturaleza, y que se ha desarrollado durante miles de años sin la intervención del hombre. Como los árboles no viven eternamente, sino que acaban por morir y caerse, si no han sido antes tronchados ó arrancados por el huracán, una selva virgen presenta bastantes claros, puesto que el tronco viejo que se derrumba arrastra en su caída á los árboles circundantes; y como dichos claros se llenan paulatinamente con arbolado nuevo, merced á la germinación de las simientes que echan raíces en ellos, la selva virgen acaba por formar un conjunto desordenado é intrincado de árboles de las edades más diversas, desde el pigmeo de un año hasta el coloso de muchos siglos. A sus pies se halla cubierto el terreno por troncos en diferentes fases de putrefacción, que yacen en el mayor desorden; su cubierta de musgo ofrece el mejor lecho para la germinación de las semillas que caen, por cuya razón aparecen muchas veces dichos troncos con series de árboles más ó menos jóvenes que parecen haber surgido de su interior, mientras que los intervalos que los separan están llenos de una vegetación espesa, compuesta de diversos arbustos y matas, cuyo crecimiento lo fomenta notablemente la gruesa capa de humus ó mantillo que se ha ido formando en la superficie del terreno. Semejantes selvas vírgenes se encuentran todavía en la Europa central, en Bohemia, los Alpes, Cárpatos, Pirineos y también en Polonia y Rusia: mas tienen naturalmente una extensión y un desarrollo muchísimo mayor y más imponente en otras regiones del globo, más cálidas y menos frecuentadas por el hombre, en particular en la América meridional y en Africa.

El selvicultor distingue entre lo que llama *monte alto* y *monte bajo*, no porque el primero se componga exclusivamente de árboles elevados y el segundo de árboles jóvenes ó arbustos, sino según la manera de propagarse el arbolado. El monte alto se compone de árboles de cualquier edad, pero nacidos sólo de la semilla, siendo los más á propósito las coníferas, y entre los árboles de hojas planas, el haya roja, los robles, álamos y abedules. Si el monte alto debe su origen á la siembra natural, ó á la transformación de una selva virgen, los árboles que lo componen serán de diversas edades; en cambio, si lo debe á la siembra artificial ó á la plantación, todos los árboles tendrán la misma edad, sin que por esto alcancen una misma altura y un mismo grueso; pues también por la repoblación mediante la siembra ó la plantación se obtienen siempre plantas

más ó menos vigorosas, quedándose éstas á la zaga durante su desarrollo, mientras que las de más vigor ganan rápidamente en altura y grueso, y no pocas vecesacaban por destruir á sus hermanas menos robustas, privándolas de luz y de alimento. El cultivo del monte alto se verifica, por lo general, cortando anualmente una parte determinada de la selva, compuesta de árboles maduros, que se quitanen su totalidad, y procediendo á la repoblación del claro tan luego como se halla libre de maderas y leñas, y también, aunque no siempre, después de arrancados los pies de los troncos cortados con sus raíces más gruesas. A este fin, se se divide la selva en campos, cada uno de los cuales contiene árboles de la misma edad por haber sido sembrados ó plantados al mismo tiempo; de este modo la corta procede sistemáticamente en campos sucesivos. Pero en el ínterin, es decir, durante el tiempo del desarrollo del arbolado antes que alcance su madurez, el selvicultor no permanece inactivo en los campos respectivos al principio están muy espesos los árboles jóvenes, pudiendo hallarse en número de 80.000 hasta 400.000 por hectárea; pero no tardan mucho en estorbarse los unos á los otros, pereciendo los menos robustos, de modo que conviene ir quitando las plantas que no podrían prosperar, operación que suele practicarse en cada campo en el espacio de seis á doce años, recogiendo así una cantidad no despreciable de leña; al mismo tiempo los árboles que quedan adquieren mayor espacio y se desarrollan mejor y más pronto, hasta alcanzar su completa madurez, después de lo cual la masa de la madera aumenta poco, mientras que corren cada vez mayor peligro de morirse. Esta edad madura varía según las especies arbóreas, siendo de setenta á ciento veinte años para los pinos, abetos y alerces de las montañas; de ochenta á ciento treinta, para el haya y el abeto blanco, y de ciento cincuenta á trescientos, para el roble.

En el llamado monte bajo se renueva el arbolado por medio de los retoños que brotan de los pies y las raíces de los troncos después de la corta, la cual debe efectuarse siempre en la primavera, antes de desarrollarse las yemas de las plantas. Los árboles nacidos de dicha manera no se dejan llegar más que á la edad de diez á treinta años, y el sistema de selvicultura en cuestión es aplicable únicamente á las especies arbóreas que poseen en alto grado el poder reproductor, como las de madera blanda, y también el roble, el álamo, el haya y otros; en cambio á las coníferas les falta por completo dicho poder de echar renuevos por el pie. El sistema se aplica también en los encinares que se explotan por su corteza á los fines de la industria curtidora, dejándose crecer los árboles hasta quince ó veinte años, á cuya edad contiene la corteza la mayor proporción de tanino. Este cultivo resulta muy lucrativo en comarcas que gozan de un clima templado, el cual favorece el desarrollo de dicha sustancia en la corteza. El monte bajo comprende además los salcedos ó mimbrerales, en los que se crían sauces, mimbreras, etc., para el aprovechamiento industrial de sus vástagos.

Cuando el selvicultor se propone combinar el monte alto y el bajo, para obtener de él madera y leña menuda, al par que cría madera gruesa, deja en pie, al hacer la corta del monte bajo, cierto número de árboles escogidos, nacidos de semilla, unos 120 á 240 por hectárea, cuidando de que no perjudiquen el desarrollo del monte bajo, á cuyo efecto no deben dar sombra á más de la tercera parte de la superficie total. Semejante selva se llama *monte medio* en Alemania, considerándose como la más productiva, si bien su cultivo ofrece las mayores dificultades y exige el cuidado más asiduo, por cuya razón no es muy común.

ENEMIGOS DE LA SELVA

La selvicultura comprende, entre otros cuidados, la defensa del arbolado contra sus enemigos naturales, que son múltiples y diversos, como también los medios de combatirlos. Para oponer un obstáculo eficaz al furor de la tempestad, el selvicultor cuida de tener espesos y robustos los lados de la selva más expuestos al viento, lados que varían naturalmente según la comarca y las circunstancias locales. Ya indicamos antes la necesidad de proteger ciertas especies arbóreas contra las heladas durante su juventud, y esta protección es uno de los problemas más importantes, al par que más difíciles, del selvicultor. Cuando el terreno de una selva se empantana hasta el punto de peligrar el arbolado, es preciso adoptar medidas de desecación, dando salida al agua por medio de zanjas. Más temible aún que el agua es el fuego, cuyos efectos desastrosos en el monte se repiten con frecuencia tan lamentable en nuestro país, durante el estío, debiéndose los incendios, ora á la imprudencia temeraria de pastores y carboneros, ora á la perversidad de algún malvado, ora al rayo, á las chispas que arrojan al paso las locomotoras de las vías férreas, y otras causas por el estilo. Tan luego como se adquiere noticia de un incendio en el monte, es preciso reunir toda la gente posible y acudir al sitio con hachas, azadas, palas, etc.; si el fuego no ha adquirido aún proporciones muy serias, limitándose todavía á las matas y hojas secas que cubren el suelo, se logra apagarlo batiendo ó fustigando las materias ardientes con ramas verdes y procurando aislar el voraz elemento, cortando las matas alrededor del sitio; pero es mucho más difícil dominar el incendio cuando el fuego se ha apoderado de los árboles mismos, especialmente si éstos son coníferas, ricas en resina. Para precaver en lo posible desastres semejantes, el selvicultor reserva en la selva, y á determinados intervalos, espacios ó calles más ó menos anchas, ó las forma exprofeso en las selvas vírgenes, cortando series de árboles y manteniendo limpio el terreno; semejantes calles constituyen cierto obstáculo á la propagación del fuego, y cuando un incendio se halla ya iniciado, es posible en muchos casos aumentar la eficacia de esas calles ensanchándolas; es decir, cortando con la mayor premura posible

los árboles más próximos y cuidando de que caigan con las coronas dirigidas hacia la parte incendiada del monte; si para semejante operación se carece de tiempo ó brazos suficientes, queda todavía el medio de ensanchar la calle ó espacio libre, iniciando en su proximidad incendios parciales, que es preciso vigilar con cuidado.

En la mayoría de los casos el daño causado por un incendio de la selva no consiste tanto en la cantidad de madera realmente quemada, como en el chamusco del arbolado; por esto, y después de apagado el incendio, ya por los me-



FIG. 272.—Trozos de corteza roídos por la carcoma.

dios indicados ú otros análogos, ya merced á una lluvia abundante, es preciso reconocer todos los troncos; si su corteza interna está chasmuscada y de color amarillo, es necesario cortar el tronco, pues la madera se puede aprovechar y, además, el dejarlo en pie no se hace más que fomentar el desarrollo de insectos roedores; por el contrario, si la corteza interna es blanca y jugosa, el árbol se puede dejar, porque no sólo vivirá, sino que contribuirá, por medio de sus semillas, á la repoblación del espacio incendiado.

Entre los enemigos de la selva, pertenecientes al reino animal, los más pequeños son los más dañinos, especialmente tratándose de los árboles de hojas aciculares. Las diferentes especies de carcoma del género *Bostrichus*, con ser insectos tan diminutos que el profano apenas los observa, ocasionan á veces daños incalculables; depositan sus huevos en la corteza que sus larvas roen, reduciéndola á polvo, hasta el extremo de que el árbol se muere. La fig. 272 representa varios trozos de corteza roídos por la carcoma, á cuyas diversas especies se han dado nombres que recuerdan la forma de los canalitos que excavan: así,

por ejemplo, tenemos la carcoma tipográfica *(Bostrichus tipographus*, fig. 273) y la carcoma calcográfica ó grabadora *(B. chalcographus*, fig. 274). Otras carcomas se llaman según la especie arbórea que frecuentan, distinguiéndose la de pino *(B. pinastri)* y la del alerce *(B. laricis*); y hay otras, también muy dañinas, como la del abeto *(B. curvidens)*, y la especie *B. villosus*. Además de las carcomas, son causa de daños más ó menos considerables varias especies de coleóp-



FIG. 273.—Carcoma tipógrafo: *a*, insecto; *b*, ninfa; *c*, larva.
Las figuras de la izquierda están aumentadas; las pequeñas de la derecha de las mismas indican el tamaño natural.

teros del género *Hylesinus*, como *H. palliatus* (fig. 275) y *H. piniperda;* diferentes curculiónidos, como *Curculio Hercyniæ* (fig. 276), y el conocido escarabajo sanjuanero *(Melolontha vulgaris)*, enemigo de los árboles de hojas planas y tan temido en el Norte de Europa, que en nuestro país está reemplazado por la



FIG. 274.—Bostrichus chalcographus. FIG. 275.—Hylesinus palliatus. FIG. 276.—Curculio Hercynial.
(Tamaño natural á la derecha.)

M. pectoralis y la *M. hybrida*. Entre las mariposas, las más dañinas para el arbolado de las selvas son: los bombices llamados *Bombix pini* (fig. 277) y *B. monacha*, la *Noctua piniperda*, la *Geometra pinaria* y la *Tortrix buoliana*, representadas en las fig. 278 (1 á 5), y la polilla del alerce, *Tinea laricinella*. Por último, causa á veces grandes destrozos en las selvas de abeto el *Tenthredo pini*, que es una especie de avispa.

Las carcomas, que son después de todo los insectos selváticos más temibles, atacan preferentemente á los árboles enfermizos, porque en los más sanos la

abundante circulación de los jugos es para ellas un peligro constante, que tiende á aniquilarlas. Por eso se propagan dichos insectos más fácilmente en los sitios de las selvas donde, á consecuencia de los vientos ó de nieves demasiado abundantes, los árboles no tienen arraigo tan firme, ó donde tienden á enfermar por hallarse demasiado espesos, ó de resultas de las heladas y otras causas. Cuando las carcomas se han multiplicado con exceso en semejantes sitios, atacan también los árboles sanos, y se conocen casos en que tales insectos han producido la destrucción de selvas extensas.

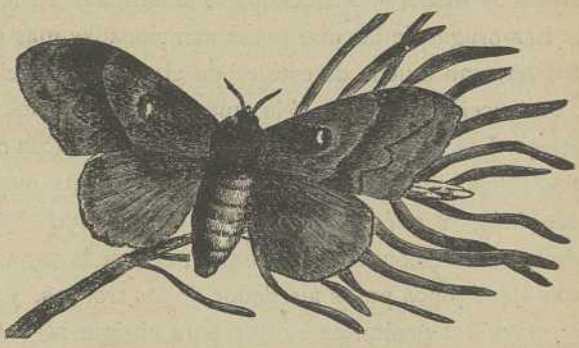


FIG. 277 —Bombice del pino.

Cuando se nota la presencia de la carcoma en una selva, se procede á su destrucción, atrayéndola á árboles convenientemente preparados al efecto. Esta operación consiste en cortar cierto número de árboles en la parte infestada del



FIG. 278.—Varias mariposas enemigas de la selva.

bosque, y tenderlos sin quitarles las ramas, de modo que el tronco queda como suspendido sobre el suelo, para lo cual se agregan soportes artificiales en caso necesario. Los insectos abandonan entonces los árboles sanos, viniendo á establecerse en los cortados, y al cabo de quince días se procede á quitar la corteza de éstos; si en ella se encuentra sólo la carcoma en estado de

larva ó de capullo, basta, para destruirla, exponerla á los rayos directos del sol; pero si se observan insectos ya desarrollados, es preciso quemar la corteza con la premura posible. Las carcomas suelen también depositar sus huevos en la corteza de maderas ó leñas que se amontonan en la selva, previo el transporte.

Las orugas de las mariposas mencionadas más arriba sólo atacan el follaje, pero retrasan mucho de este modo el desarrollo del arbolado, pudiendo causar su destrucción completa, ó la muerte, si sus ataques se repiten varios años consecutivos. Las orugas del bombice del pino se hacen caer de las ramas sacudiendo éstas ó fustigándolas con varas; pero semejante medio no es muy eficaz, y se les hace mejor la guerra en invierno; al terminar el otoño bajan las orugas de los árboles y se esconden en el musgo; éste se levanta antes de caer la nieve en el radio de algunos pasos alrededor de los troncos, y después de sacar las orugas se vuelve á depositar en su sitio para abrigar las raíces. También se recogen los huevos de las mariposas que se encuentran sobre la corteza de los árboles.

Las orugas y los huevos que se recolectan de las maneras indicadas no se destruyen en seguida. Muchos de los huevos están picados por ciertas especies de avispas *(ichneumonídeas)* muy apreciadas por el selvicultor como enemigos naturales de las orugas, y por esto dichos huevos se recogen en finas redes de gasa que sólo dejan paso á las diminutas avispas á medida que nacen, mientras que retienen las orugas jóvenes. Las orugas desarrolladas que se recogen, bien sacudiendo los árboles, bien en el musgo, como queda dicho, se conservan también, porque muchas de ellas se hallan picadas por dichas avispas amigas, que depositan en el cuerpo blando sus huevos, y su destrucción inmediata entrañaría naturalmente la de éstos. Por consiguiente, dichas orugas se trasladan á un claro en la selva, previamente cercado por una zanja, cuyo lado exterior se corta verticalmente para evitar que las orugas se escapen, mientras que el lado interno recibe la inclinación conveniente para que las orugas que han intentado evadirse puedan volver al recinto. Las orugas aprisionadas de esta manera reciben ramas frescas para que se alimenten, sirviendo entretanto como medio de propagación de las avispas útiles.

El bombice llamado monja *(Bombix monacha)* es tan dañino para el abeto, como la especie ya referida para el pino; en el estío se presentan dichas monjas en grandes enjambres, que, á impulso del viento, recorren á veces enormes distancias, de modo que una selva de abetos en la que no existían semejantes insectos, puede verse de repente invadida por un número infinito de los mismos; á su llegada proceden á depositar sus huevos, y en la primavera siguiente la selva se ve amenazada por una plaga de orugas que consumen las acículas, dejando los árboles pelados en corto número de días; y como el abeto no puede resistir la pérdida total de sus hojas, resulta que una invasión de dichas monjas equivale á veces á la destrucción ó muerte de grandes extensiones de arbolado de todas edades. Se combate esta plaga recogiendo durante el invierno los

huevos, que se hallan depositados en las grietas de la corteza de los árboles aniquilando por frotamiento las orugas jóvenes que en la primavera se encuentran agrupadas en la superficie de troncos y ramas, donde forman manchas del tamaño de un duro; sacudiendo más tarde los árboles infestados y recogiendo las orugas que caen al suelo, y, por último, cercando ó acordonando la parte de la selva, irremediablemente atacada, por medio de una zanja continua que impide la salida de las orugas, ó sea la invasión en las partes circundantes. En casos extremos, es decir, cuando la plaga amenaza la destrucción completa de una selva, el único remedio consiste en la quema del arbolado en las partes más infestadas.

Entre los pájaros, hay algunos que, como palomas y pinzones, son molestos en la selva, por cuanto se comen las mejores semillas; pero aparte de esto, son en general, de grandísima utilidad, merced al consumo que hacen de un sinnúmero de orugas, mariposas y otros insectos dañinos, hecho que tanto se desconoce ú olvida en España, mientras que en particular el picamaderos libra la corteza de los árboles de infinidad de larvas de coleópteros, y los buhos, grajos y otras aves análogas cazan eficazmente los ratones, en cuya faena compite con ellas la zorra.

Los ratones selváticos causan daño principalmente royendo el alma de los troncos del haya y comiéndose la bellota, al punto de que á veces obliga al selvicultor á untar con petróleo cada una de estas simientes antes de introducirla en la tierra. Un exceso de animales de caza es también perjudicial para la selva, pues el venado, lo mismo que la liebre, son aficionados en demasía á los tiernos brotes del arbolado, también á la corteza; por la misma razón nunca debiera permitirse la entrada en los bosques al ganado vacuno, y especialmente al cabrío, que puede causar mucho daño.

CORTA DE ÁRBOLES

En toda selva bien administrada, tiene lugar anualmente esta operación con arreglo á un plan preconcebido y bien estudiado, y, en general, se parte del principio de que es preciso cortar primero los árboles que han muerto ó sufrido daño á consecuencia de tempestades, de la nieve ú otras causas fortuitas. En segundo lugar, conviene cortar los árboles viejos que antes se dejaron en pie en medio de las partes repobladas de la selva, como plantas sementales, ó para resguardar los árboles más jóvenes, y que ya no responden á estos objetos, antes bien perjudican al desarrollo normal de estos últimos. En seguida se procede con el hacha contra las partes más antiguas é irregulares del bosque, quitando todo el arbolado á fin de preparar nuevos sitios de repoblación; y de igual manera se talan las partes relativamente jóvenes que no han prosperado

bien y cuya permanencia no promete ventaja alguna. Después se recorre la selva cortando acá y allá los árboles gruesos que estorban por hallarse demasiado espesos, y, en último término, vienen las partes ó campos de la selva á que corresponde el turno en el orden de antigüedad, según el plan de selvicultura que se sigue.

Un invierno riguroso puede dar lugar á la corta de un bosque empantanado en el que, y sin estar helado el terreno, sería impracticable semejante operación. En las montañas, donde son de temer los daños causados por los vientos, se sigue la regla de dejar en pie el mayor tiempo posible las partes de la selva que protegen á las demás contra dichos efectos perjudiciales; y por consiguiente, la corta empieza en el extremo de la selva opuesto á la dirección del viento predominante. En las partes más antiguas en que no conviene quitar todos los árboles, es necesario que el ingeniero señale con una marca especial cada uno de los troncos que ha de caer; la misma marca debe ponerse también en las raíces principales, á fin de poder reconocer si se han hecho cortas fraudulentas, pues en las selvas extensas las cortas se hacen rara vez por administración, y casi siempre por contrata.

La época del año en que conviene verificar la operación de que hablamos, varía mucho, según las circunstancias. Las estaaiones más favorables para la corta, desde el punto de vista de la mejor calidad del producto, son la primavera, antes que empiece la formación de la madera, y el otoño, después de terminada dicha formación. Pero en muchos casos es necesario efectuar la corta durante el invierno, porque en aquellas estaciones se hallan los braceros necesarios ocupados en otras faenas precisas, ó, tratándose de regiones montañosas elevadas, porque sólo el invierno permite un transporte relativamente cómodo y barato de las maderas y leñas. La madera destinada á formar balsas, ó sea á ser transportada de este modo por medio de ríos, se corta con preferencia en verano, porque se seca más pronto y resulta más ligera.

Al cortar un árbol, deben cuidar los operarios de que caiga en la dirección en que menos daño pueda causar al arbolado circundante, ó bien, cuando semejante precaución es innecesaria, en la dirección que permita sacar el tronco más cómodamente de la selva. Si sólo se emplea en la corta el hacha haciendo entalladuras en dos lados opuestos del tronco, como indica la fig. 279, la más profunda del lado hacia donde ha de caer el árbol, resulta un desperdicio apreciable de madera útil, sobre todo si el tronco es muy grueso. Por otra parte, el empleo exclusivo de la sierra en terrenos muy pedregosos é inclinados, como en las laderas de las montañas, entraña la necesidad de practicar el corte relativamente alto, dejando un pie elevado, lo cual supone un desperdicio aún mayor. Por estas razones es preferible el empleo combinado del hacha y de la sierra; cuando esta última ha penetrado hasta cierta profundidad, se facilita la operación introduciendo cuñas en el corte, detrás de la hoja, cuidando, sin embar-

go, de no apretarlas demasiado, á fin de no dar lugar á que el tronco se hienda y quede inutilizable como madero grueso.

Las hachas que se emplean en la corta del arbolado varían bastante de forma en diferentes países; la que comúnmente se usa en los Alpes bávaros y esti-



FIG. 279.—Corta y derribo de un abeto en la Selva Negra.

rios, constituye una cuna perfecta, delgada, de lados planos, y es de las más recomendables; el hacha americana, cuyos lados están ligeramente combados, es la preferida en otras comarcas. La forma de las sierras varía también bastante, siendo las más comunes las de hoja ancha, arqueada ó de media luna, con una manezuela en cada extremo, y que se manejen por dos hombres. En tiempos recientes y en particular en América y las colonias inglesas, se ha generalizado para las grandes cortas el empleo de sierras mecánicas portátiles, que se ponen en movimiento al pie del árbol por medio de una locomóvil ó máquina de vapor análoga, y representan una ganancia considerable de tiempo.

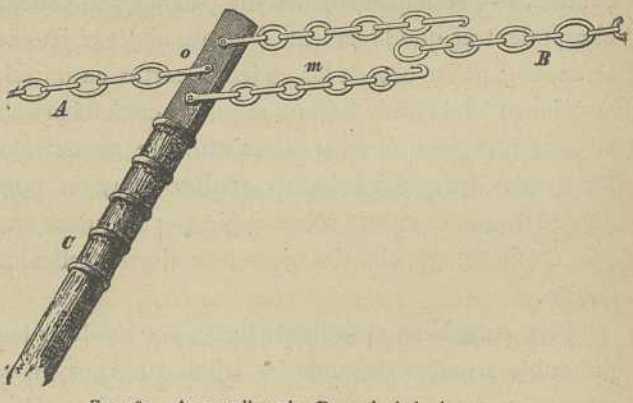


FIG. 280.—Aparato llamado «Demonio de los bosques»

En la corta practicada de dicha manera, el pie de los troncos, con las

raíces, queda fijo en el suelo, y conviene dejarlo cuando, de arrancarlo, el terreno perdería su firmeza, cual sucedería en los declives de arenisca, y también en aquellas selvas donde se sigue la lamentable práctica de la recolección de las hojas caídas, á fin de que los pies vayan reponiendo en cierta medida, y al paso que se pudren, la falta de humus ó mantillo. Pero en tales casos es preciso ejercer una vigilancia constante, para evitar que dichos pies se conviertan en centros de propaganda de ciertos coleópteros curculiónidos, que tantos daños pueden causar al arbolado joven.

Si, por el contrario, el dejar los pies arraigados no representa una ventaja positiva, es mejor, después de la corta, proceder á su arranque. Al efecto, se excava la tierra alrededor, cortando y sacando las raíces más gruesas, y una vez aislado el pie, se le desarraiga por medio de palancas ó de aparatos especiales. Uno de los más antiguos y eficaces es el llamado en Alemania «demonio de los bosques» (fig. 280), que consiste en una poderosa palanca, *C*, cuyo fulcro se halla en *o*, y en un juego de cadenas; la cadena *A*, sujeta por un extremo al fulcro de la palanca, se arrolla por el opuesto á un tronco de árbol, que debe ser bastante más fuerte que el pie que se trata de arrancar; á cierta distancia, por encima y por debajo del fulcro *o*, se hallan sujetas á la palanca dos cadenas cortas, provistas de ganchos, mientras que la cadena *B* se ata al pie objeto de la operación. Esta consiste en enganchar una de las cadenas cortas en un eslabón de *B*, y hacer tiro de la palanca hacia atrás hasta que pueda engancharse la segunda cadena corta en el eslabón siguiente, y así sucesivamente, avanzando paso á paso, hasta que el pie quede desarraigado. Otro aparato muy en boga es el torno de Schuster (fig. 281), que se coloca sobre el pie que se quiere arrancar, el cual queda cogido por un fuerte gancho de tijera y se eleva verticalmente dando vueltas al manubrio.

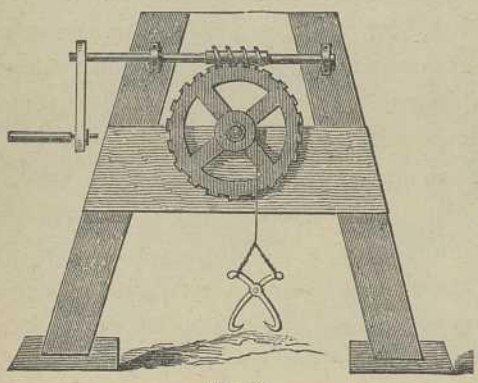


Fig 281.
Torno de Schuster para desarraigar pies de árboles.

Pero cuando se opta desde luego por no dejar los pies en el terreno, es muy preferible arrancar de cuajo los árboles mismos, en vez de cortar su tronco primero. Con este fin se excava un poco el terreno alrededor del árbol, se cortan con el hacha ó la sierra las raíces principales, y luego, por medio de palancas aplicadas al pie y cuerdas sujetas en la parte superior del tronco ó á las ramas, se obliga al árbol á caer; tratándose de árboles muy gruesos y fuertemente arraigados, suele facilitarse la operación mediante el empleo de la pólvora de minas, haciendo saltar el pie en su asiento.

ELECCIÓN Y TRANSPORTE DE LA MADERA

Cuando las circunstancias especiales, determinadas por condiciones locales, no lo disponen de otra manera, para elegir el selvicultor las maderas, producto de la corta, parte del principio de sacar el mejor partido posible, apartando con sumo cuidado las clases que alcanzan en el mercado los precios más elevados; y una vez hecho esto, se procede á convertir en leña lo restante. Con dicho objeto, el selvicultor tiene que estar siempre bien enterado acerca de las clases de madera que más consumen las diferentes industrias de su comarca, y debe procurar tener el mercado bien surtido, evitando, sin embargo, la acumulación de existencias demasiado grandes, que sólo conducirían á la rebaja de los precios, y, por ende, á su propio perjuicio. En muchos casos, las facilidades para el transporte á largas distancias que ofrecen las vías férreas ponen al alcance del selvicultor mercados lejanos, influyendo no poco en sus disposiciones respecto de las cortas y la elección del producto.

Al escoger las maderas y labrarlas de primer intento, operación que tiene lugar en la selva misma, hay que tener en cuenta ante todo la especie arbórea de que se trata, y el grueso y la forma de los maderos que conviene preparar. La madera más apreciada de nuestras selvas europeas es la de encina ó roble, y se clasifica con arreglo al grueso del tronco, su derechura, la dirección de sus fibras y su grado de sanidad ó sus defectos, y en vista de los usos á que pueda destinarse en la construcción de buques, la fabricación de toneles, la ebanistería, etc. Tratándose de los troncos más gruesos de pinos y abetos, influye en su valor y aprovechamiento, además de las propiedades mencionadas, su diámetro en la extremidad superior ó más pequeña; los mejores troncos, que se emplean para los mástiles de los buques, tienen, con una longitud de 20 á 25 metros, un diámetro superior de 40 centímetros; los troncos menores dan las diferentes clases de madera de construcción y carpintería, cuyas formas comunes varían más ó menos en los diversos países; mientras que los árboles jóvenes que, como hemos dicho, es preciso cortar á veces en bastante número para aclarar la selva, ofrecen material para rollizos, palos enteros, varas, etc. Entre las demás especies arbóreas selváticas, las que dan maderas más apreciadas, son el álamo, el fresno y el olmo. Los troncos que no se pueden aprovechar como madera, ora por sus defectos, ora porque la especie vegetal no se adapta para ello, así como las ramas, raíces, etc., se aprovechan como leña gruesa y menuda.

Respecto del transporte, es necesario, en la mayoría de los casos, llevar la madera lo más pronto posible desde el sitio de la corta á los lugares desde donde puede ser trasladada cómodamente á los mercados. Por esto suele cortarse sólo

á un tiempo un número de troncos cuya preparación y traslado á dichos lugares pueda efectuarse en uno ó dos días, escogiéndose para acumularlos, puntos inmediatos á un camino ó carretera, y prefiriéndose los que son secos y ventilados, á fin de que la madera no se eche á perder.

Los medios de transporte de la madera desde el sitio de la corta al lugar donde se acumula son sumamente diversos, variando con arreglo á las condiciones y configuración del suelo. En terrenos muy roqueños los operarios se ven obligados á veces á llevarla á cuestas, y si existe un sendero, se utilizan en la faena los servicios de mulos ó caballos; los troncos más pesados ó voluminosos se arrastran, cuidando de dañar lo menos posible la vegetación naciente de la selva, y en esta operación se sirven los operarios de picos, palancas, rodillos, cuerdas, etc., facilitándola en caso necesario mediante la formación de un piso artificial con rollizos lisos y mojados, sobre el que se deslizan mejor los grandes troncos. Las cargas más pequeñas suelen transportarse por medio de carretillas de mano ó de trineos, los cuales no se emplean solamente en invierno, cuando el suelo está cubierto de nieve, sino también en verano, sobre declives cubiertos de hierba, y cuya forma y construcción varía bastante en distintas regiones, componiéndose algunos de madera sola, mientras que otros están provistos de refuerzos y correderas de hierro ó acero. En las pendientes rápidas el hombre que conduce el trineo se vale de diversos medios para enfrenarlo: ora armando sus zapatos con chanclos de hierro cuyas puntas aseguran mejor sus pasos, ora aplicando al trineo mismo calzaderas especiales qus dificultan su deslizamiento, ora sujetando el vehículo por medio de faginas de ramas cargadas con piedras, que ata á la parte posterior. En muchos casos es necesario formar primero una vía para el trineo, extendiendo sobre el suelo trozos de madera y echando nieve sobre los mismos. Cuando el suelo es seco y firme, ó cubierto en invierno con una capa de nieve endurecida, el transporte se facilita notablemente, pues no hay más que dejar deslizarse los troncos en virtud de su propio peso; también suelen formarse al efecto vías artificiales de madera de calidad inferior, y en los últimos tiempos y en los sitios más abruptos de los Alpes se ha introducido el método de bajar los troncos sujetos por medio de largas cuerdas de alambre.

En el lugar de la acumulación se procede á clasificar de las maderas y leñas reunidas, separando cada clase en montones y contando y numerando éstos ó sus piezas; también tiene lugar á veces en dichos sitios la venta ó subastas de los diversos productos. Pero en muchas partes se encuentran las selvas en las montañas, donde la madera tiene muy poco valor, y el selvicultor se ve obligado á transportar su mercancía á regiones más ó menos lejanas, donde los precios le son más favorables, y, por consiguiente, á estudiar los medios de transporte más económicos desde el lugar de acumulación hasta el mercado definitivo. La construcción y conservación de dichas vías constituye una parte

integrante de la selvicultura, y en las selvas extensas obedecen á un plan determinado. Atraviesan la selva en ciertas direcciones caminos espaciosos, bien macadamizados ó calzados, desde los cuales, y á derecha é izquierda, parten caminos secundarios, que se ramifican en el interior de los bosques, y comunican mediante senderos, planos inclinados, etc., con los diferentes sitios de corta.

En las montañas elevadas, el transporte de las maderas á largas distancias tiene lugar generalmente por medio de planos inclinados ó de deslizamiento, formados con rollizos puestos paralelamente en series de cuatro hasta ocho, y á continuación una de otra, de manera á constituir una media caña, en la que se deslizan los troncos en virtud de su peso. Existen planos semejantes de muchos kilómetros de longitud, que atraviesan las selvas salvando valles secundarios, declives y demás desigualdades del terreno. A la cabeza reciben estos planos la inclinación más pronunciada para dar mayor ímpetu á los troncos que se lanzan por ellos; más abajo se modera algún tanto la pendiente, especialmente en las curvas de la vía, á fin de que los troncos no descarrilen, y, como es natural, se evitan al mismo efecto las curvas demasiado pronunciadas, sobre todo tratándose del transporte de maderos muy largos. De trecho en trecho, y con el objeto de contener el ímpetu demasiado violento de los troncos descendentes, suelen colocarse sobre el plano frenos sencillos, compuestos de dos troncos relativamente ligeros que descansan por el extremo inferior en la canal, mientras que por el otro están atravesados por un madero horizontal sujeto á dos pies derechos y sobre el cual pueden girar (fig. 282); al pasar por debajo de semejante freno, los troncos descendentes tienen que levantar sus maderos, recibiendo su peso y el enfrenamiento consiguiente.

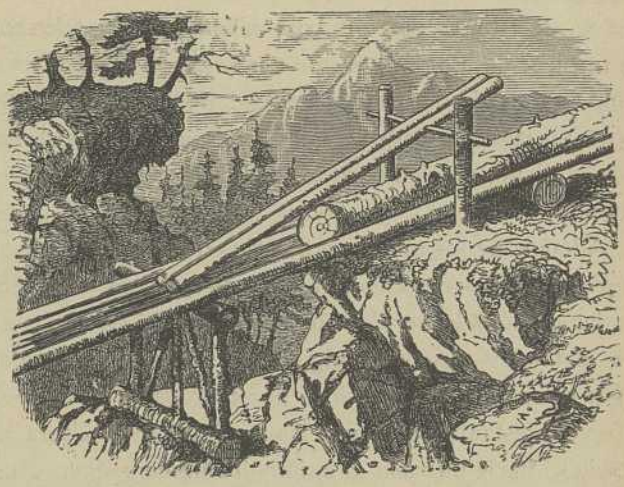


FIG. 282.—Freno en un plano inclinado.

Cuando los planos referidos tienen una inclinación muy pronunciada, pueden transportarse por ellos en seco los troncos; en cambio, cuando la pendiente no es fuerte, es preciso vencer el rozamiento por medio del agua, y entonces los transportes se verifican en tiempos lluviosos, ó bien se moja el plano por medios más ó menos artificiales. Si se dispone de nieve, se echa sobre el

plano, formando una vía excelente, y si después viene una buena helada, sus condiciones resultan todavía mejores; pueden aprovecharse, en tales casos, pendientes muy suaves, echando agua sobre el plano y dejándola helarse. En algunas partes se facilita el transporte utilizando las aguas de un arroyuelo, que se dejan correr por el plano; pero en este caso es preciso construir la vía ó canal con mayor esmero, empleando maderos labrados y rellenando las junturas, á fin de que el agua no encuentre salida. Las maderas destinadas al transporte por medio de planos como los referidos, tienen que ofrecer una superficie lo más lisa posible, á cuyo efecto se cortan las ramas á raíz del tronco y se quita la corteza de éste; su pie, que baja delante, se redondea con el hacha, á fin de que no tropiece en ninguna parte, ocasionando desperfectos en la vía ó entorpeciendo su propia marcha. Semejante medio de transporte no está exento de peligro, especialmente para los operarios que aguardan la madera al extremo inferior del plano, donde llegan los troncos, uno tras otro, con velocidad á veces pasmosa.

Además de los medios ordinarios de transporte de que acabamos de hablar, empléanse otros especiales en algunas regiones montañosas, que se determinan por las dificultades locales que se presentan. Los más interesantes son los planos inclinados mecánicos (fig. 283), mediante los cuales, y los carros ó vagones correspondientes, movidos por cuerdas de alambre que se arrollan en torno de un cabrestante, se elevan las maderas á la altura necesaria para poder ser expelidas hacia un valle próximo. También se han construído en algunas partes vías férreas estrechas para el transporte de maderas, bajando por ellas los vagones cargados en virtud de su propio peso, y contenidos solamente por medio de frenos.

Como en las montañas tienen su nacimiento numerosos arroyos y ríos, se utilizan con frecuencia las aguas de unos y otros para transportar las maderas con economía, bien entregando los troncos sueltos á merced de las corrientes, bien uniéndolos entre sí en forma de balsas que se confian á la conducción de hombres prácticos. Cuando el caudal demasiado pequeño de agua no permite un acarreo continuo, la operación se verifica periódicamente, después de acumulada la cantidad de agua suficiente. Para esto se construyen las llamadas esclusas (fig. 284), ó sean presas ó diques levantados en sitio conveniente, á través de la corriente y provistos de compuertas, mediante los cuales se detienen las aguas hasta acumularlas, valle arriba, en cantidad considerable. Allí donde existen lagos naturales en las montañas, se utilizan al efecto, después de construídas las obras necesarias, para contener las aguas y darles salida en un momento oportuno, ó bien se forman lagos ó estanques artificiales, llenándose periódicamente con las aguas de arroyuelos que se recogen en los alrededores y conducen á la depresión consabida.

Durante el invierno y principio de la primavera las maderas destinadas al

acarreo se transportan desde los sitios de las cortas á las márgenes del río, y se amontonan en ellas ó se echan en el lecho inmediatamente debajo de la esclusa. Reunida detrás de ésta, en el ínterin, la cantidad suficiente de agua, se abren un poco las compuertas hasta que las maderas empiecen á ponerse en movimiento, y entonces se franquea por completo la salida, lanzándose las aguas



FIG. 283.—Plano inclinado mecánico.

con ímpetu y arrastrando las maderas valle abajo. A veces se encuentran en un mismo lecho dos ó más esclusas á cierta distancia una de otra, y la operación referida tiene que repetirse; en otros casos hallan las maderas su destino en el extremo inferior del valle, y allí es preciso cortarles el paso, á cuyo efecto se construyen diques de madera ó mampostería, tanto más sólidos cuanto que suelen amontonarse detrás de ellos los troncos hasta la altura de diez ó doce metros. En algunas partes concluye el acarreo en la margen d ʊ un lago, y las

maderas tienen que ser llevadas á la ribera opuesta; en tal caso se forma una cadena con troncos sujetos por sus extremos mediante anillos de hierro, cadena que se cierra cuando el espacio circunscrito por ella se ha llenado de troncos sueltos, dejándose entonces la masa flotar á impulso de un viento favorable, ó guiada por botes, hacia el lugar de su destino; en algunos lagos de Noruega se emplean pequeños vapores para la conducción de estas masas flotantes.

El transporte por acarreo supone maderos sueltos abandonados á una



FIG. 284.—Esclusa ó presa.

corriente; pero en muchos casos, cuando se dispone de corrientes tranquilas y uniformes, suelen unirse los troncos entre sí formando balsas más ó menos considerables. Una balsa consiste generalmente en varias capas de troncos superpuestas; los troncos de la capa inferior, que flota en el agua, están firmemente ligados unos con otros por medio de raíces flexibles de pino ó abeto, y sobre esta capa se amontonan en orden las superiores; para el transporte por los ríos mayores, varias balsas sencillas, como la descrita, se reunen á continuación una de otra para formar una balsa compuesta que constituye un conjunto articulado, adaptándose así mejor á las sinuosidades de la corriente. Los extremos de las balsas, sean sencillas ó compuestas, tanto el anterior como el posterior, están provistos de dos ó más timones, formados con gruesas tablas clavadas

á los palos con que se manejan. Tratándose del transporte de pesados troncos de roble, se suele aligerar la balsa construyéndola sobre una serie de toneles viejos cerrados y llenos de aire.

En el Danubio, el Vístula y el Rhin se forman á veces balsas enormes, compuestas de varias capas de troncos, sobre las cuales se amontonan otras clases de madera labrada, tablas, latones, duelas, etc.; semejantes balsas representan con frecuencia el valor de un millón de pesetas próximamente, y tienen de 150 á 250 metros de longitud. Para guiarlas necesitan delante y detrás veintitantos timones, manejados cada uno por seis ó siete hombres, y en vista de éste y otros servicios, no es raro que tengan una tripulación de más de 500 personas, las cuales se albergan en chozas levantadas sobre la balsa, y entre ellas se encuentran carniceros, panaderos y cocineros que cuidan del alimento de la gente, á cuyo efecto, y tratándose, por ejemplo, de un viaje desde Manheim á Holanda, llevan á bordo más de mil quintales de provisiones de boca. Para alcanzar la ribera en caso necesario, la balsa arrastra cierto número de botes, y uno de éstos, con un mástil y una bandera roja y negra, camina siempre una hora delante de la balsa, como aviso para las embarcaciones que navegan por el río. Llegada la balsa á su destino, la tripulación vuelve río arriba en uno ó más vapores, y procede entonces á la formación y conducción de un nuevo cargamento.



PRODUCTOS DE LA SELVA

La madera: su formación, sus propiedades y su conservación.—Elaboración de la madera.—Leñas y carbones vegetales.—Productos accesorios de las selvas.—El corcho.—Las maderas exóticas.

La madera constituye el producto principal de la selva, y sus diferentes propiedades hacen que se preste á los usos más diversos. Pero antes de ocuparnos de éstos, consideremos brevemente dichas propiedades en cuanto se relacionan con nuestro objeto.

La madera presenta diferencias considerables, no sólo según la especie arbórea de que procede, sino también en una misma planta, según que forme la copa y las ramas, las partes superiores ó inferiores del tronco, la raíz principal ó las secundarias; varía además con arreglo á la edad del árbol, y según que éste haya crecido en un terreno seco ó húmedo, bajo un clima más cálido ó más frío, en situación aislada ó en grupos espesos.

Toda madera tiene su origen en un tejido especial llamado *cambium*, que en nuestros árboles se encuentra entre la corteza y la madera ya formada. La masa gelatinosa que hallamos en la primavera bajo la corteza de vástagos vivos,

cuando comienza á subir el jugo, constituye la capa de cambium que determina principalmente el crecimiento del árbol; consiste en células microscópicas, de paredes delgadas, que se multiplican por división longitudinal y transversal, promoviendo en virtud de la primera un aumento ó crecimiento en el sentido del espesor del tronco, y por la segunda el crecimiento en el sentido de su longitud ó altura. Durante la primavera se opera rápidamente este crecimiento; las células aumentan de un modo notable en volumen, y la madera que forman es relativamente blanda, de poca solidez y de color claro. Después de cerrarse las yemas constituídas, prosigue todavía algún tiempo la formación de la madera; pero, por regla general, es menos activa, las células son más pequeñas, apretadas, de paredes más gruesas y de color amarillento ó pardusco; por esto la madera de otoño tiene un aspecto más oscuro y es más sólida que la de la primavera. Las maderas primaveral y otoñal, con sus diversas condiciones, señalan hacia el interior y el exterior del tronco respectivamente, los límites del crecimiento anual, constituyendo uno de esos anillos anuales concéntricos que se observan en los troncos cortados transversalmente, y que en realidad, y respecto del tronco entero, forman capas más ó menos cilíndricas de alto á bajo. En el abedul, álamo y chopo son poco aparentes dichos anillos anuales, porque estos árboles producen poca madera otoñal; y en algunas plantas tropicales cuyas yemas no se cierran, es decir, en las que la circulación del jugo es continuo, esos límites anuales desaparecen por completo. En nuestros árboles varía muchísimo el ancho de los anillos, pues mientras el espesor de algunos aumenta á razón de más de tres centímetros al año, en otros el aumento no pasa de la octogésima parte de un centímetro. También suele variar dentro de un mismo tronco el grueso de los anillos anuales según que, en un año dado, el árbol se hallase en condiciones muy favorables para la formación de madera, ó que ésta estuviese impedida por la sequía del estío, una plaga de orugas, ó por causas análogas. Por otra parte, el grueso de los anillos se desarrolla más, por regla general, en el lado del tronco que da al Mediodía, que en el que se halla expuesto al Norte. Un fenómeno parecido se observa en los árboles que crecen en los límites exteriores de la selva, pues la parte de sus anillos correspondiente al lado libre es más gruesa que la del lado opuesto, ó sea el de la selva; en su consecuencia, la sección de estos troncos no ostenta la medula en el centro, sino más ó menos fuera del mismo.

Para determinados objetos industriales, por ejemplo, la fabricación de las cajas de resonancia de ciertos instrumentos de música, es de mucha importancia el empleo de madera cuyos anillos anuales sean en lo posible estrechos, uniformes y regulares; en este respecto es muy á propósito la madera de los abetos que han crecido á una altitud de 1.000 á 1.150 metros sobre el nivel del mar, en terreno pantanoso y de alimento mineral no muy sustancioso. Por esto se aprecian tanto los abetos de ciertas partes de la selva de Bohemia, cuyos

anillos contienen mucha madera primaveral y sólo una capa delgada, aunque sólida, de madera otoñal.

La madera resulta de la condensación y el endurecimiento de las paredes delgadas y tiernas de las células del *cambium;* la materia de que se componen dichas paredes, ó sea la *celulosa*, se convierte gradualmente en sustancia leñosa *(lignina)*, es decir, que se lignifica; las paredes celulares aumentan en espesor, y, por lo tanto, en solidez y resistencia. La madera de los árboles de hojas aciculares se compone casi exclusivamente de células largas, estrechas, de forma prismático tubular, cuyas extremidades cuneiformes se adaptan unas á otras, como indica la fig. 285; mientras que la madera de los árboles de hojas planas consiste siempre en una reunión íntima de células leñosas estrechas, parecidas á las anteriores (fibras leñosas), y de tubos relativamente anchos y con frecuencia articulados (vasos), que se componen de células anchas superpuestas, cuyas paredes ostentan diminutas manchas punteadas ó en forma de hendeduras ó estrías espirales, producidas por la resorción de las paredes divisorias transversales, según se ve en la fig. 286. Advertimos de paso que estas figuras, y las análogas que siguen (figuras 287 y 288), representan la estructura de la madera tal como se ve con ayuda del microscopio y en aumento considerable. Las paredes de las células en la madera de árboles de hojas aciculares, vistas bajo el microscopio en sección longitudino-radial, presentan manchitas redondas en medio de un círculo (fig. 285), que pueden observarse también en la madera petrificada de las coníferas. En sección transversal aparecen los vasos como poros, aun á simple vista, presentándose con mayor abundancia en la madera

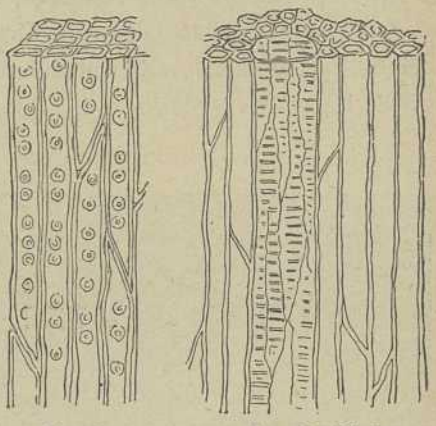


FIG. 285. Células de las coníferas.

FIG. 286.—Células de árboles de hojas planas.

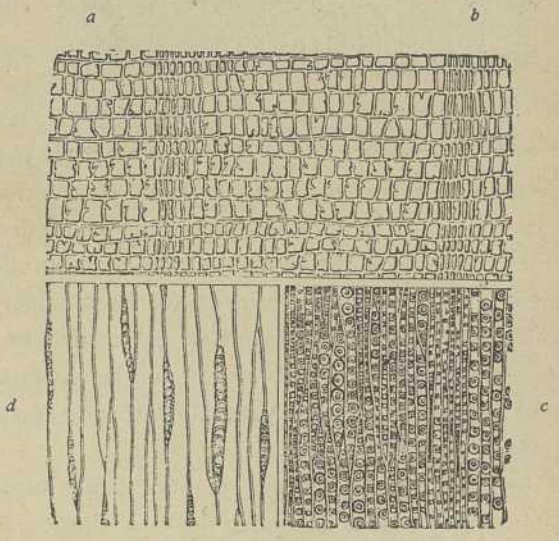


FIG 287 —Construcción anatómica de la madera de coníferas (Abeto blanco.)
a b, sección transversal; *c*, sección radial; *d*, sección tangencial.

primaveral. Según el diámetro transversal de los poros, se distinguen maderas de poros anchos y maderas de poros estrechos, y cada especie arbórea ofrece particularidades respecto del tamaño, número y distribución de dichos poros ó vasos. Los árboles de hojas aciculares carecen de poros propiamente dichos, pero tienen en cambio vasos resinosos, especialmente en las capas otoñales de la madera. Desde el centro del tronco hacia la periferia, se extienden conjuntos de células que se llaman radios medulares, que siguen desarrollándose luego á través de los anillos posteriores; el roble, el haya, el aliso y el plátano, por ejemplo, ostentan radios medulares muy largos y anchos, mientras que las coníferas los tienen muy finos y en número muy considerable.

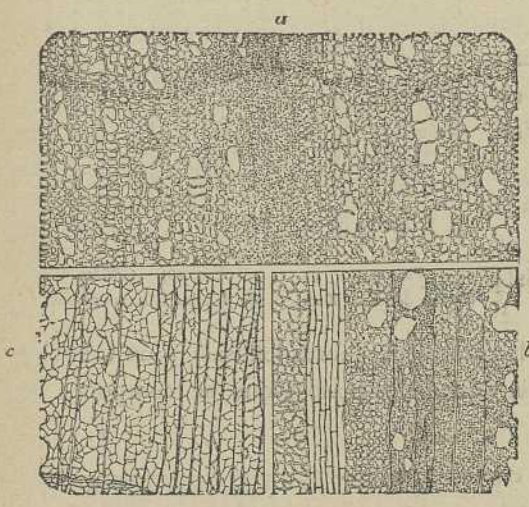


FIG. 288.—Construcción anatómica de la madera de árboles de hojas planas: *a*, sección transversal de la madera de haya; *b*, íd. de la de roble; *c*, íd. de la de álamo.

Si en vista de determinadas aplicaciones, como, por ejemplo, para los mástiles de los buques, se desea obtener troncos de abeto con anillos anuales apretados y regulares, el selvicultor puede poner de su parte para lograrlos eligiendo la situación más á propósito para plantar los árboles, cuidando en lo posible de que las diferentes fases del crecimiento se desarrollen con uniformidad y suprimiendo, según mejor convenga, ciertas ramas. Aun dentro de la masa leñosa ya formada y durante el crecimiento ulterior del árbol, se verifican ciertos cambios químicos que se manifiestan en la producción de resina, ácido tánico, materias colorantes, etc., principalmente por diferencias en la dureza de la madera. En esto se funda la distinción entre madera de jugo y madera de corazón, cuyas proporciones varían bastante en las diversas especies arbóreas; la madera de corazón se caracteriza generalmente por un color más oscuro y mayor sequedad.

El peso específico de la madera tiene importancia para las aplicaciones técnicas, por cuanto dependen de él la dureza, la durabilidad, la fuerza calorífica, etc. Si para determinarla se toma madera raspada, sea cualquiera su superficie, siempre resulta dicho peso mayor que el del agua; lo que mantiene á flote la mayoría de las maderas es su riqueza en poros y células llenas de aire; es el mismo fenómeno que se observa con la piedra pómez, que flota sobre el agua en virtud de su extrema porosidad, á pesar de que su peso específico en estado de polvo es igual al de la obsidiana ó vidrio volcánico (2,3 á 2,4).

La madera recién cortada contiene próximamente el 50 por 100 de su peso de agua; si se deja en la selva y en un sitio bien ventilado, pierde al cabo de bastante tiempo hasta la mitad de dicha humedad, es decir, que sólo le queda el 25 por 100; pero aun después de haberse almacenado doce ó trece años en un local cubierto y abrigado, conserva todavía de 15 á 20 por 100 de agua. Al secarse la madera se contrae, disminuyéndose sus dimensiones primitivas, y si esta contracción procede rápidamente, la madera se raja. La madera seca, expuesta al aire húmedo ó puesta en contacto con agua, torna á absorber ésta y se dilata ó hincha. Las maderas específicamente más pesadas están más dispuestas á contraerse ó á dilatarse bajo la influencia de la sequedad ó la humedad atmosféricas que las específicamente ligeras, y su utilidad para determinados objetos, como la fabricación de muebles, instrumentos de música y objetos torneados, se halla más ó menos limitada por dicha circunstancia. Para evitar que las maderas se abran, recomiéndase mucho el medio de someterlas á la acción del vapor de agua, y después secarlas lentamente.

De especial importancia es la resistencia de las diversas clases de madera á las influencias del aire, de la humedad y del calor, ó sea su durabilidad. Generalmente hablando, las maderas se pudren con tanta más facilidad y rapidez, cuanto más expuestas se hallan, bajo una temperatura elevada, á cambios en el grado de sequedad ó humedad de la atmósfera; por el contrario, suelen durar mucho más en un aire seco, sometidas al frío ó bien completamente sumergidas en el agua. Sin embargo, las maderas presentan bajo este respecto variaciones notables, según la especie arbórea á que pertenecen, y por lo mismo es preciso elegir la especie que mejor convenga en cada caso, ó sea en vista de la aplicación ó el destino que se le quiera dar. La madera de las coníferas, rica en resina, especialmente la más apretada procedente de las montañas, dura más que la mayoría de las maderas de los árboles de hojas planas. En la montaña las construcciones de madera se conservan á veces casi intactas durante 200 ó 300 años. Las maderas de encina, de pino y alerce, ricas en resina, así como las del aliso y olmo, se conservan largo tiempo bajo el agua; hasta la madera del haya roja, que en condiciones ordinarias resiste tan poco, dura un siglo cuando se halla sumergida. Recordaremos que las pilastras del puente romano cerca de Zurzach, en el cantón de Argovia (Suiza), y del de Trajano que atravesaba el Bajo Danubio junto á la Puerta de Hierro, pilastras que estaban construídas con madera de encina y de alerce, se encontraron bajo el agua en buen estado de conservación al cabo de 1.700 años, y que sus maderas habían adquirido una dureza tal, que apenas pudieron utilizarse en la fabricación de objetos torneados. Cuando se construyó sobre el Rhin, en Maguncia, el nuevo puente de hierro (1862), descubriéronse muchos pilotes pertenecientes á un antiguo puente romano, cuya madera, en parte ennegrecida, en parte conservando su aspecto primitivo casi intacto, se aprovechó en la fabricación de muebles, cajas

de piano, etc. Igualmente, y después de estar sumergidas durante 500 años, se han sacado en Venecia maderos de encina en tan buen estado de conservación, que pudieron emplearse en la ebanistería. En cambio, la madera se pudre pronto en locales ó sitios mal ventilados y cuya atmósfera está cargada de miasmas, pues en ella toman asiento diferentes hongos que promueven su descomposición en alto grado; tal sucede, no sólo en las labores subterráneas de las minas, sino también en edificios y buques. También suelen desarrollarse diversas especies de carcomas ó insectos roedores, que contribuyen á su manera á la destrucción de las maderas, aun de las labradas.

Con objeto de aumentar la durabilidad de la madera, se procura promover su desecación más completa, á cuyo efecto suelen quitarse anillos de corteza á los árboles, antes de cortarlos, dejando que el jugo que ya contiene el tronco se evapore por las hojas; ó bien se dejan tendidos los árboles cortados en sitios secos, con su follaje intacto, durante algunas semanas, labrando la madera sólo al cabo de mucho tiempo; los troncos menores necesitan de cinco á ocho años para desecarse completamente, y los más gruesos de doce á quince. Para poder labrar las maderas más pronto, sin perjuicio de su durabilidad, hanse propuesto y ensayado muchos medios, como el sumergirlas en agua caliente á fin de extraer materias salinas; el someterlas á la acción del vapor de agua á una tensión considerable; su salazón; su carbonización parcial, cuya utilidad, dicho sea de paso, muchos prácticos ponen en duda; y, por último, su impregnación con diferentes sustancias, como el acetato de hierro, alquitrán mineral, creosota, cloruro de mercurio, sulfato férrico, sulfato cúprico, etc.

En cuanto al procedimiento de la impregnación de maderas, se lleva á cabo de muy diversos modos; unos se valen de la presión hidráulica para hacer penetrar en la madera la disolución preservatriz, ora inyectándola en el tronco antes de cortarlo en la selva, ora verificando la inyección en el tronco cortado; otros sumergen las maderas cortadas en las disoluciones respectivas, en frío ó en caliente, dejándolas así durante más ó menos tiempo. Los métodos más comúnmente empleados son los de Boucherie, Burnett y Bethell. *Boucherie* coloca los troncos, todavía provistos de su corteza, en posición horizontal, adapta á su pie ó extremo raigal depósitos metálicos especiales, é introduce en éstos una disolución de sulfato cúprico. *Burnett* somete las maderas cortadas y mondadas ó aserradas á la acción del vapor de agua, y después las calienta en una caldera cerrada, llena del líquido preservador, hasta la temperatura de 100 grados y bajo una presión de varias atmósferas. *Bethell* emplea el alquitrán mineral, tal como procede de las fábricas del gas del alumbrado, sumergiendo las maderas en él después de secarse artificialmente. Aunque todos los métodos de impregnación de maderas dejan todavía mucho que desear, lo cierto es que las traviesas de las vías férreas y los postes telegráficos, por ejemplo, una vez sometidos á dicha operación, suelen durar un tiempo doble ó triple del que antes duraban en su estado natural.

ELABORACIÓN DE LA MADERA

Según ya hemos dicho, al preparar las maderas de primer intento en el sitio de la corta, es necesario tener en cuenta las aplicaciones de que son susceptibles; pero no sólo el desbaste, sino también la elaboración de la madera, ó sea su labranza en las formas ordinarias que reclaman las construcciones é industrias, constituye en muchas partes, especialmente en las montañas, una ocupación permanente de los habitantes, que tienen contados modos de ganarse el sustento. De esta elaboración, pues, tan íntimamente asociada con los distritos productores de la madera y que tantas veces se halla en relación estrecha con la selvicultura, nos ocuparemos ahora de un modo somero, y sin entrar en la descripción de las labores especiales correspondientes á los artes y oficios, descripción que reservamos para el tomo VI de esta obra.

La mayor parte de la madera se saca de la selva en forma redonda, es decir, en la forma natural de los troncos desprovistos de corteza. Las piezas destinadas á construcciones ú obras de diversas clases (edificios, puentes, minería, etc.), se emplean en forma de rollizos, tales como salen de la corta, ó se transforman en vigas, escuadrándolas con el hacha. Pero las mejores clases de madera se elaboran con la sierra, convirtiendo los troncos en tercias, sexmas, viguetas, medias viguetas, alfajías, tablas de diferentes gruesos, hasta las muy delgadas de chapear, listones, etc. Para ello se emplea ya rara vez la sierra de mano, que supone una pérdida considerable de tiempo, prefiriéndose naturalmente las sierras mecánicas, que funcionan con mucha más rapidez, resultando la obra mejor hecha y más económica. En las regiones montañosas donde abunda el arbolado y cuyos valles están bañados por numerosos arroyos, se encuentran establecimientos de aserrar maderas en las márgenes de las corrientes, donde quiera que la configuración del terreno permita aprovechar un salto de agua; en las llanuras, y cuando escasea ó falta por completo la fuerza hidráulica, utilízase para mover las sierras la fuerza del viento, ó se montan al efecto máquinas de vapor.

Estas sierras mecánicas, tanto las de construcción más antigua como las más modernas, consisten esencialmente en un sólido marco de madera ó hierro, dispuesto verticalmente entre dos columnas fijas, provistas de guías, y puesto en comunicación con el motor por medio de bielas, cigüeñas y ruedas de engrane, de modo que reciba un movimiento uniforme y rápido de vaivén en un plano vertical. En medio de dicho marco se halla fija la hoja de la sierra, que sigue, por lo tanto, su movimiento, mientras que sobre otro marco sólido, dispuesto en sentido horizontal sobre carriles, se sujeta el tronco que se trata de aserrar, ajustándolo perfectamente, respecto de la sierra, en la dirección que ha de llevar el corte. Aproximada una extremidad del tronco á los dientes de la sierra, se pone

ésta en movimiento, y á medida que va cortando, el marco ó carruaje que sostiene el tronco va adelantando con lentitud, á impulso de un sencillo mecanismo automático; acabado el primer corte, el carruaje se lleva atrás á su punto de partida, se traslada lateralmente el tronco un espacio correspondiente al grueso que se trata de formar, y entonces la sierra abre un corte nuevo, paralelo al primero, y así se continúa. Las hojas de las sierras mecánicas se hacían antes de hierro forjado, y eran relativamente muy gruesas, desperdiciando mucha madera, tanto que el serrín representaba un 10 ó 12 por 100, ó, lo que es igual, un tronco de cada nueve ó diez que se aserraban. El valor creciente de la madera ha impuesto, entre otras consecuencias, la reducción notable de dicho desperdicio, mediante el empleo de hojas de sierra de acero fundido, no solamente mucho más delgadas que las antiguas, sino cuyo grueso disminuye de adelante atrás, y del medio hacia los extremos, haciendo innecesario que se abran tanto como antes los dientes á derecha é izquierda, y produciendo, por ende, un corte más limpio y una cantidad mínima de serrín. Al mismo tiempo se ha reducido mucho la longitud de los hojas de sierra, aumentando en cambio la rapidez de su marcha, y con el objeto de ganar más tiempo, allí donde se dispone de la fuerza motriz suficiente, se fijan en un mismo cuadro ó marco varias hojas (de tres hasta veinte, según los casos) dispuestas paralelamente entre sí, y que van abriendo otros tantos cortes á un tiempo en el mismo tronco. En la elaboración de listones y alfajías delgadas se emplea por lo común la sierra circular, ó sea un disco delgado de acero de treinta centímetros á un metro de diámetro y de periferia dentada, que se hace girar con gran velocidad en un plano vertical, y contra cuyo borde se empujan, convenientemente guiados, los maderos que se trata de cortar.

Para formarse idea de la enorme contribución á que se pone la selva, basta considerar el gasto de traviesas que origina nuestras vías férreas, teniendo en cuenta que en cada kilómetro de vía entran de 1.400 á 1.500 de las mismas; por ejemplo, Alemania tenía en el año 1871, 26.625 kilómetros de ferrocarril, inclusas las vías secundarias de las estaciones; y tomando 1.466 como el número de traviesas empleadas, por término medio, en cada kilómetro, y calculando que cada una representa 0,2, ó sea la quinta parte de un metro cúbico de madera, tenemos en suma 7.806.450 metros cúbicos de madera empleados en un solo país por ese único concepto. Al principio se utilizaba exclusivamente para dichas traviesas la madera de encina, que duraba en esta forma unos siete años; más adelante se empleó la madera resinosa del alerce, y las traviesas hechas con ella duraban seis años; desde que se ha generalizado el procedimiento de la impregnación, de que hablamos anteriormente, se utilizan también las maderas de pino, haya, chopo y otras, durando las traviesas un tiempo doble ó triple; pero aun así, el gasto resulta tan considerable, que en estos últimos años se están haciendo ensayos con traviesas de hierro, que ya se han

adoptado recientemente en muchas vías férreas; y buscando siempre mayor durabilidad y economía, Siemens ha propuesto hacer traviesas de un vidrio especial.

Por otra parte, la minería necesita también mucha madera, y tanto la que invierte en la fortificación de las labores subterráneas, como la que entra en las varas de las bombas de desagüe y otros artefactos, necesita ser repuesta de vez en cuando; mientras que en las demás construcciones de diversos géneros, la madera constituye muchas veces un factor muy apreciable. En otros tiempos, todavía recientes, hacía la marina gran consumo de maderas: basta considerar que el mero casco de una fragata de guerra de 116 cañones necesitaba unos 3.100 metros cúbicos, siendo las nueve décimas partes de dicha cantidad madera de encina, y la durabilidad de semejante casco estaba limitada á quince ó, á lo sumo, veinte años, calculándose de veinte á veinticinco la de los buques mercantes. Para bien de las selvas, esto ha cambiado ya; ahora surcan los mares buques de hierro y acero, y sólo se construyen con madera las embarcaciones menores.

La fabricación ya referida de las cajas de resonancia para instrumentos de música, ha alcanzado en tiempos recientes grandes proporciones, y la elaboración de la madera necesaria constituye en algunas partes, especialmente en la selva de Bohemia, una industria importante. Todo depende aquí de la elección de las maderas más á propósito, prefiriéndose abetos que ostentan en cada centímetro unos veinte anillos anuales perfectamente iguales, y tienen una madera primaveral suelta, y una madera otoñal muy estrecha y dura; propiedades que sólo se logran en las elevadas regiones de la montaña, donde las fases meteorológicas se siguen con uniformidad. Lo más singular del caso es que la mejor madera, y, por lo tanto, la más buscada, es la que se obtiene de los troncos gruesos caídos ó derribados naturalmente en los bosques vírgenes, que han yacido en el suelo durante siglos y se hallan cubiertos por completo de musgo. Para el objeto especial de que hablamos sólo se puede utilizar parte de un mismo tronco, sacándose piezas de 1,25 á 2,50 metros de longitud por 5 á 35 centímetros de ancho, que se clasifican con arreglo á la altura tonal que producen, y se exportan desde Bohemia á todas las partes del mundo civilizado.

Para algunos objetos industriales resulta más ventajoso hender las maderas que aserrarlas. Tal sucede respecto de las piezas de corto diámetro, pues al henderse la madera quedan las fibras intactas, conservando, por lo mismo, su solidez y elasticidad; además, los trozos de madera hendida no están tan expuestos á dilatarse ó torcerse, como los de la madera aserrada. La hendedura procede desde el centro del tronco, que se divide primero, por medio de cuñas, en dos ó tres partes iguales, las que luego se subdividen hendiéndolas en otras dos ó cuatro. Semejantes piezas encuentran aplicación constante en la fabricación de ruedas de carruajes y en la de dovelas para toneles.

Muchos habitantes de las montañas se ocupan en hacer objetos de talla de diversas clases, principalmente con madera de haya, pero también á veces con las de abedul, álamo y chopo, hacen trojes, fuentes, platos, palas, zapatos, hormas, etc.; con las maderas de encina y fresno, forman remos; con las de abedul y aliso, armazones de sillas de montar, y con las de arce, abedul y enebro, tallan cucharas y objetos análogos. Estos trabajos, en especial los objetos que tienen concavidades, como trojes, platos y zapatos de madera, suponen herramientas especiales, de formas muy variadas. Además, se ocupan continuamente muchas personas en la elaboración de multitud de juguetes para niños, artefactos de que hablaremos en otro lugar.

Constituyen un gremio aparte, hasta cierto punto, las gentes ocupadas en la elaboración de astillas de diversas clases, destinadas en el extranjero á diversos usos especiales, y que se obtienen por la hendedura de las maderas correspondientes, igualándose después, en caso necesario, con la raspadera y herramientas análogas. Tales son las astillas planas, de 36 á 48 centímetros de largo por 7 á 20 de ancho, que en los países montañosos se emplean á guisa de tejas para cubrir las casas rústicas, y otras de menores dimensiones, con las que suelen revestirse exteriormente las paredes de las casas, protegiéndolas contra los efectos de la intemperie. Estas astillas son de madera de abeto, con la que se hacen también aros para cribas y objetos semejantes, así como las láminas análogas que se emplean en la fabricación de cajitas bastas, de formas redondeadas ú ovaladas. Al efecto se ablandan dichas láminas en agua caliente, encorvándolas seguidamente, pasándolas entre rodillos ó cilindros; luego se sujetan sobre hormas especiales, según la forma que se quiere que tengan las cajitas, y en esta posición se pegan con cola, añadiendo al mismo tiempo el fondo y la tapa; teniendo á mano las láminas encorvadas y las astillas necesarias cortadas para los fondos, dos niños diestros pueden hacer diariamente mil cajitas completas, de esas que se emplean en número considerable para empaquetar juguetes y los fósforos de madera que, en muchos países del Norte, hacen las veces de nuestras cerillas.

Las astillas, ó, mejor dicho, varillas destinadas á la fabricación de dichos fósforos, se preparan por medio de cepillos mecánicos, y son de sección redonda ó cuadrada; las de la primera clase se sacan de la tabla mediante un hierro de cepillo provisto de quince ó veinte tubitos embudiformes, paralelos y cortantes, mientras que las de sección cuadrada suponen cepillos de dos hierros, colocados uno á continuación del otro, y de los que el anterior divide la madera en sentido vertical por medio de 20 á 25 dientes cortantes, en tanto que el posterior, de corte ancho y liso, levanta horizontalmente las tiras ó varillas así divididas. Éstas, lo mismo que las redondas, se sacan de 60 centímetros hasta dos metros de largo, que se cortan después transversalmente en trozos de 2,5 á 6 centímetros, pudiendo hacer al día un operario más de doscientas mil piezas.

Fábricas hay, en Alemania y Suecia, que consumen anualmente, entre fósforos y cajitas, de 3.000 á 5.000 metros cúbicos de astillas ó madera hendida, calculándose que cada metro cúbico da millón y medio de fósforos de cinco centímetros de largo. Las láminas más finas de madera hendida, destinadas á objetos delicados, se sacan de los residuos de la fabricación de cajas de resonancia, reclamando un cuidado especial la elección y elaboración de las destinadas á hacer violines, violoncellos é instrumentos de música análogos. Las encorvaduras especiales que han de tener tales piezas se da á éstas ablandándolas en agua caliente y prensándolas en hormas á propósito; industria que se halla muy desarrollada en la comarca bávara de Mittenwald.

Como ya dijimos en el primer tomo de esta obra, la falta de los trapos necesarios para la fabricación de las inmensas cantidades de papel que hoy se consumen, ha dado lugar al empleo de diferentes sustitutos, entre ellos la pasta de madera; y de algunos años á esta parte la elaboración de dicha pasta ha motivado el establecimiento de centenares de fábricas en las regiones selváticas del Norte de Europa. Se han inventado máquinas especiales para la molienda ó trituración de la primera materia (véase tomo I, figuras 345 y 346), tomándose con preferencia maderas blandas y blancas, como las de álamo blanco y de tilo, así como también la de pino y otras.

LEÑAS Y CARBONES VEGETALES

Por grande que sea la cantidad de madera empleada anualmente en construcciones, industrias, artes y oficios diversos, es muy superior, en los países septentrionales dotados de extensas y bien administradas selvas, el consumo de leñas, las cuales constituyen una parte importante de la cosecha anual de los bosques.

Se emplean como leñas en dichos países, maderas duras y blandas, prefiriéndose las primeras para obtener un caldeamiento más sostenido, como en la calefacción de las casas, y las segundas donde se trata de conseguir un fuego más vivo é intenso, aunque menos duradero, cual lo requieren, por ejemplo, los hornos de pan cocer, los del alfarero y las caleras. Una condición esencial de toda leña buena, es que sea lo más seca posible; si es húmeda, se invierte una parte considerable del calor en evaporar el agua que contiene, antes de que puedan desarrollarse é inflamarse los gases de combustión. Las diferentes clases de leña arden de distinta manera: el alerce y el roble chisporrotean y crujen fuertemente, porque encierran bastante aire; el abeto, el pino y el álamo hacen ya menos ruido, y el haya, abedul, aliso, etc., arden muy tranquilamente. Las leñas tan resinosas del pino, abeto, y, en general, de las coníferas, así como la del haya roja, dan al arder mucho humo; mientras que las procedentes de árboles de hojas planas y madera blanda, especialmente del aliso y abedul, despiden muy

poco. La madera de los árboles de hojas planas de edad media arde mejor que la de los viejos, sucediendo precisamente lo contrario con la de las coníferas, merced á la resina que contiene.

En el Mediodía de Europa se hace generalmente mayor consumo de carbón vegetal que de leña para los usos domésticos; pero también en el Norte halla extenso empleo ese producto artificial en diferentes industrias, como las del herrero y la fabricación de vidrios, y además el selvicultor se ve á veces obligado á convertir en carbón gran parte de las leñas, ora en vista de una plaga de oruga ó de un incendio, que le proporcionan cantidades excesivas de ellas, que de otro modo no se conservarían, ora porque el transporte del carbón más ligero y menos voluminoso le tiene más cuenta que el de la leña.

La operación de transformar la leña en carbón, ó sea el arte del carbonero, no es tan sencilla como generalmente se cree, sino que supone mucha experiencia y la observación de numerosas circunstancias, que varían mucho según las condiciones locales. El principio en que se funda dicho proceso de la carbonización de la madera se puede mostrar, de un modo facilísimo, con cualquiera astilla ligera que se enciende por su extremidad inferior: merced al calor se desarrollan primero diferentes gases combustibles, que al arder producen la llama; pasada esta primera fase, se observa que el carbón sobrante sigue ardiendo débil y tranquilamente; pero si, en el momento en que cesa la primera llamarada, la astilla se introduce en un tubo estrecho cerrado por un extremo (un cilindro de vidrio, por ejemplo), el carbón cesa de arder porque le falta el aire ó oxígeno necesario, y de esta manera se puede reducir á él casi toda la astilla.

La cantidad de carbón que se obtiene por la carbonización de la madera varía un poco según la clase de ésta; pero, por regla general, es bastante uniforme, notándose á veces mayores diferencias entre maderas de la misma especie que entre las de especies distintas. Así, por ejemplo, la madera de encina da del 22 al 26 por 100 de su peso de carbón; el haya roja, del 17 al 24; el haya blanca, 24; el abedul, de 17 á 24; el chopo, de 17 á 23; el abeto, de 20 á 23; el pino, 23; el tilo, de 16 á 23; el fresno, de 19 á 21, y el sauce, de 15 á 22. También las maderas americanas, secadas al aire, dan de 21 á 25 por 100 de carbón.

El objeto de la carbonización es, en primer término, alejar el agua que contiene toda madera, y entonces proviene la volatilización del hidrógeno y el oxígeno, que constituyen la masa de la madera y los componentes resinosos en combinación con el carbono, de manera que éste se quede sólo en el estado más puro posible. Dichas transformaciones pueden conseguirse mediante un calor suficiente, y para generarlo es preciso sacrificar parte de la leña. Si durante la operación se diese libre acceso al aire, acabaría toda la leña por consumirse de la manera ordinaria; de suerte que el cuidado principal del carbonero consiste en emplear tan sólo la cantidad de aire suficiente para elevar la tempera-

tura hasta el grado de la carbonización, sin promover una combustión inútil. La entrada principal del aire tiene lugar á través del suelo sobre que se verifica la carbonización en las llamadas carboneras; por lo mismo, tiene el carbonero que poner cuidado al escoger el sitio, limpiando bien el terreno de malas hierbas, piedras, etc., allanándolo y dándole una pequeña inclinación desde el centro á la periferia, el cual debe quedar medio metro más elevado que ésta; un suelo demasiado arcilloso es perjudicial, porque con el calor se aglomera y solidifica, mientras que la arena resultaría demasiado hueca y dejaría pasar demasiado aire.

Las carboneras reciben generalmente una forma semiesférica ó cónica truncada, de cuatro á seis metros de diámetro en su base, disponiéndose los trozos de leña en posición casi vertical en torno de un palo envuelto en támaras secas, ó de tres palos ó tablas que tienen las támaras en medio y constituyen á modo de una chimenea (figura 289); ó bien se colocan los trozos de leña echados y dispuestos radialmente y por capas sucesivas en torno de la chimenea; pero de cualquier modo, es condición precisa para el éxito de la operación que las leñas se coloquen con mucha regularidad y dejando los menos intersticios posibles.

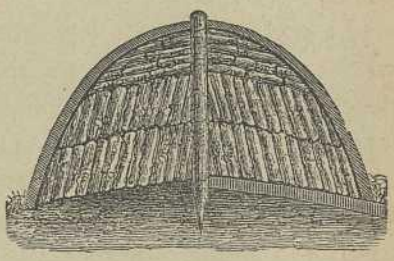


FIG. 289.
Sección vertical de una carbonera circular.

Amontonada la leña, se cubre con una capa de ocho á diez centímetros de ramas, musgo, hojas, etc., y se reviste el conjunto con una capa de tierra bien apretada, que tiene unos 10 centímetros de espesor en la parte superior, aumentando hasta 60 centímetros en la base del montón. Cuando, como es usual en el Norte, la respiración de la carbonera tiene lugar á través del suelo sobre que descansa, se deja en su base una canal estrecha, desde la periferia á la chimenea, por la que se introducen las ascuas destinadas á pegar fuego á las támaras antes referidas; en el Mediodía se acostumbra reservar algunos respiraderos en la capa de tierra en torno de la base, y se enciende la carbonera echando por la chimenea unos carbones encendidos. La combustión debe empezar en medio de la parte superior, y propagarse lenta y uniformemente hacia abajo y afuera; á cuyo efecto, y una vez encendida la leña, se tapa la chimenea y se empieza á practicar en la camisa exterior de la carbonera algunos orificios, por los cuales van saliendo los productos de la combustión. En estos agujeros se presentan al principio una llama y un humo fuertes, que van disminuyendo poco á poco; y cuando la llama es corta, limpia y azulada, se cierra el orificio por donde sale y se abre otro un poco más abajo, continuando así en torno de la carbonera hasta llegar á su base. Entonces, es decir, al término de la carbonización, se tapan todos los respiraderos y se recubre el montón con tierra húmeda, que se riega cuando se

resquebraja demasiado (fig. 290), y se deja enfriar durante veinticuatro horas, al cabo de las cuales puede sacarse el carbón. La operación dura de dos á tres semanas, según que se trate de leñas blandas ó duras.

En Suecia y Austria suelen construirse las carboneras en la forma de que da

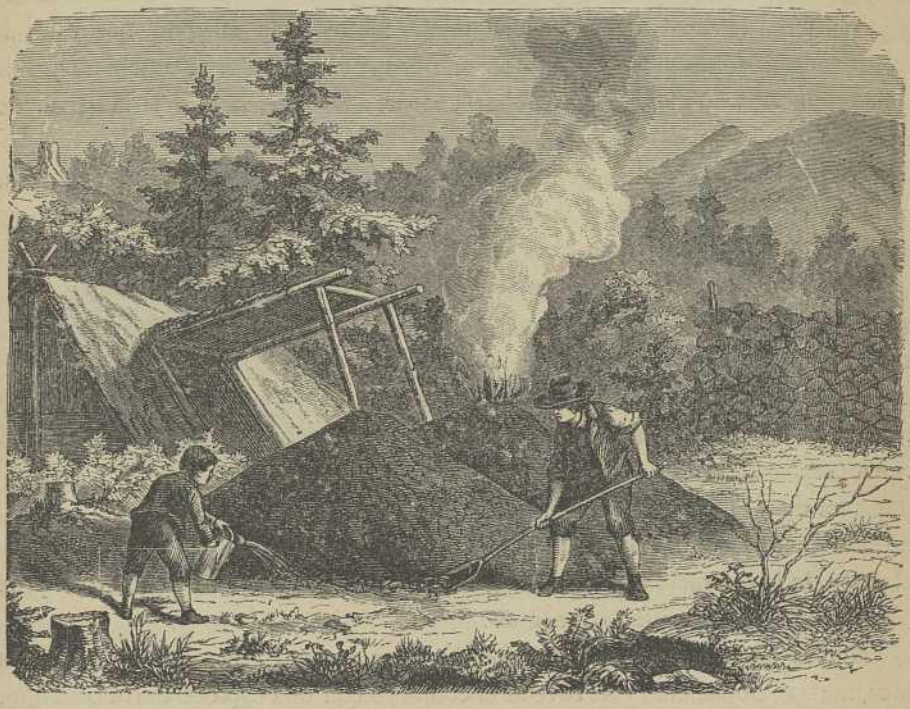


FIG. 290.—Carbonera ardiendo.

idea la fig. 291, sistema muy recomendable cuando se trata de carbonizar grandes cantidades de leña y no se dispone de un número suficiente de carboneros

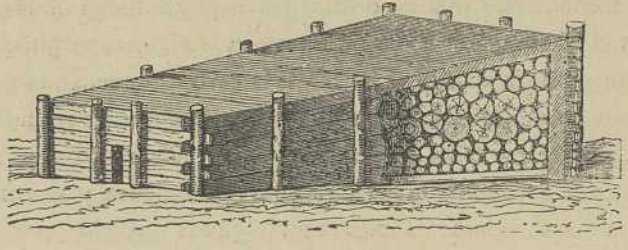


FIG. 291.—Carbonera sueca.

experimentados para practicar la operación de la manera ordinaria. Semejantes carboneras tienen hasta doce metros delargo por seis de ancho; se revisten lateral y superiormente de tierra, que se mantiene por medio de tablas sujetas por palos hincados en el suelo, como indica el grabado. Además, la carbonización de leñas se verifica en grandes hoyos y en hornos construídos al efecto, en los

que se produce, por cierto, una proporción mayor de carbón, ó, lo que es lo mismo, se desperdicia menos leña; pero esta ventaja se halla más que contrarrestada por el combustible necesario para sostener la combustión y por los gastos de entretenimento, de modo que el procedimiento sólo resulta favorable cuando se aplica á la carbonización de la turba.

PRODUCTOS ACCESORIOS DE LAS SELVAS

Además de las maderas y leñas, producen las selvas sustancias accesorias, que en ciertas localidades pueden tener mucha importancia. Tales son, en primer término, la resina y la trementina. La resina se obtiene en las selvas de abeto rojo ó de pino, cuya vegetación ó desarrollo toca ya á su término, levantando ó quitando una tira de la corteza, en sentido vertical, y recogiendo la resina que resuda la herida y que se acumula y endurece lentamente en su superficie en forma de gotas ó masas pequeñas; por lo general se emplean al efecto pequeños vasos de barro, que se suspenden á los árboles en la extremidad inferior de las heridas practicadas, de modo que la resina los va llenando poco á poco. Para obtener la trementina se practican agujeros relativamente grandes en los troncos del alerce ó del abeto blanco, y se cierran los orificios con tapones de madera, para después recoger el líquido que se acumula en aquéllos. En ambos casos hay que guardarse mucho de herir demasiado los árboles, en especial si son relativamente jóvenes, porque una explotación codiciosa perjudica mucho á la madera, pudiendo dar lugar á la muerte de la planta. La resina basta se funde después en calderas, filtrándose en caliente antes de verterla en los toneles en que pasa al mercado.

Cuando las maderas resinosas tenían menos valor que ahora, se utilizaban bastante en la producción de alquitrán vegetal; y todavía se aprovechan al efecto los pies de los pinos cortados que se dejan en tierra, pues en sus raíces maestras, y al cabo de algunos años, se acumula una cantidad considerable de resina. Estas raíces se destilan entonces en hornos especiales, de construcción muy sencilla, recogiéndose el alquitrán en una vasija situada en la parte inferior. En Rusia se somete á una destilación parecida la corteza del abedul, obteniendo el llamado *daggut*, ó alquitrán de abedul, con el que se impregna el cuero especial conocido con el nombre de «piel de Rusia,» de cuyo modo se le presta impermeabilidad.

En comarcas tan apartadas ó tan ricas en bosques que no puede consumirse como leña la madera ni utilizarse de mejor modo, suelen convertirse en ceniza las ramas menudas que resultan de las cortas. Al efecto, se excavan hoyos de la profundidad de metro y medio á dos metros, y en ellos se encienden dichas ramas, echando continuamente ramujo fresco sobre la lumbre, para contenerla ó

evitar un fuego demasiado activo. De esta manera se obtiene al cabo una cantidad no despreciable de cisco y ceniza, cuyos productos se separan cribándolos y vendiéndose la ceniza á los fabricantes de jabón y potasa.

En ciertas regiones tiene mucha importancia el aprovechamiento de las cortezas ricas en tanino, á los fines del curtido de pieles. La más apreciada es la corteza de encina, especialmente la fina y lisa de los troncos jóvenes, teniendo menos valor la corteza más gruesa y arrugada del arbolado maduro. Los troncos se mondan con cuidado en la primavera, al tiempo de la primera subida de los jugos, y la corteza se extiende sobre caballetes para que se seque, evitando en lo posible que la mojen las aguas de lluvia, porque disuelven y extraen el tanino; despues de seca la corteza se muele en molinos á propósito, vendiéndose en este estado á los curtidores. Además de la corteza de encina, contienen cierta cantidad de tanino las del abedul, abeto, alerce, sauce, fresno, aliso y pino. En las selvas donde abunda el tilo (por ejemplo, en las de Rusia), se utiliza el liber ó corteza interna de esta especie arbórea en la elaboración de esteras y tejidos análogos.

Como antes de ahora hemos dicho, se saca en algunas partes gran provecho de las selvas, aunque con perjuicio grave para la vegetación del arbolado, recogiendo las hojas caídas y malas hierbas, que se utilizan como abono en la agricultura. Entre los frutos aprovechables del arbolado, mencionaremos los piñones, las bellotas y los del haya; el piñón y la bellota dulce los comen las gentes, pero la bellota dulce y agria y el fruto del haya constituyen un cebo muy apreciado para el ganado de cerda. En el Centro y Norte de Europa ciertos frutos de las selvas en especial las fresas, y frambuesas silvestres, diferentes bayas suculentas y dulces y las avellanas, constituyen una fuente pasajera de riqueza para las gentes pobres, que los recolectan y venden en los mercados; en Linz (Austria), por ejemplo, se venden todos los veranos por valor de unas 60.000 pesetas de la bayade *Vaccinium Myrtillus*, que se come mucho, fresca ó en compota, valiendo la libra de ocho á diez céntimos; la cosecha de bayas diversas, inclusas las frambuesas, etc., de las selvas del reino de Hannover, se evalúa anualmente en unas 540.000 pesetas.

EL CORCHO

Dada su importancia, el aprovechamiento del corcho merece párrafo aparte; razón por la cual no hablamos antes de él al ocuparnos de las cortezas más comunes. Así como las cortezas de numerosas especies arbóreas contienen sustancias particulares de mucho valor en la medicina y ciertas industrias químicas (recordaremos, por ejemplo, la canela, cassia, quina, además de las cortezas ricas en tanino ya referidas), hay otras cuyas propiedades físicas especiales las hacen aplicables á diversos usos técnicos. La corteza tan tenaz del abedul la

utilizan los indígenas de la América septentrional en la construcción de sus ligeras canoas; los tungusios y jacutas de Siberia se sirven de ella para cubrir sus tiendas ó habitaciones veraniegas, haciendo además con ella numerosos pequeños objetos domésticos, mientras que en algunas partes de Europa se aprovecha también en la manufactura de cajitas artísticas y objetos análogos. Según los fisiólogos botánicos, dicha corteza de abedul es, en realidad, una especie de corcho, caracterizada por su tenacidad ó consistencia parecida á la del cuero, y la formación corchosa se observa en numerosas especies arbóreas, dentro de su epidermis primitiva, que acaba por convertirse en corcho propiamente dicho. Continuando sin interrupción ó periódicamente dicho proceso, del interior al exterior, aumenta el espesor de la capa de corcho, hasta adquirir un grueso notable, cual sucede con el alcornoque. El corcho se forma también con frecuencia allí donde la planta ha sufrido una herida, en cuyo caso parece que desempeña un papel protector. El tejido corchoso se compone principalmente de células tableadas, á veces con finas ramificaciones, cuyo jugo desaparece pronto, y cuyas paredes se transforman en sustancia corchosa. El corcho se caracteriza por su elasticidad y la propiedad de ser impenetrable al aire y al agua; para los usos técnicos sólo tiene importancia, además de la corteza de abedul, ya referida, la del alcornoque.

El alcornoque *(Quercus suber)* pertenece á la región del Mediterráneo, y se cultiva en España, Portugal, Italia y Argel, con el objeto de obtener el corcho. Es una especie de roble siempre-verde, con hojas pequeñas, gris-verdosas, coriáceas y de borde espinoso, que alcanza hasta 25 metros de altura, si bien generalmente queda bastante más bajo. La capa externa de su corteza, que adquiere un espesor de varios centímetros, constituye el corcho, que cae naturalmente del árbol al cabo de una serie de años; en este estado, empero, no tiene ningún valor industrial; es preciso que sea fresco, y por esto se corta á períodos dicha capa, dejando mondado el tronco del alcornoque. Según la situación del bosque, el corcho llega á su madurez al cabo de ocho á diez años, y entonces se procede á la monda de los troncos y las ramas mayores, practicando dos cortes anulares, á la mayor distancia posible uno de otro, y luego otros dos en el sentido de la longitud del tronco ó la rama, desprendiendo después con palancas el corcho en forma de dos grandes medias cañas. Hecha esta operación con las precauciones debidas, no parece que el árbol sufre daño alguno; al contrario, la corteza vuelve á formarse, pudiendo repetirse la monda pasados otros ocho ó diez años, y se ha observado que los troncos en los que, por vía de experimento, se había practicado una monda parcial, dejando en medio un anillo de corcho, ostentaban más tarde nuevos anillos de madera más gruesos en las partes mondadas que en la protegida. En cambio la monda parece influir perjudicialmente en la producción de los frutos (bellota) del alcornoque. El corcho recién cortado se seca al aire bajo cobertizos, y luego se humedece, quitando entonces

con una cuchilla especial la capa leñosa exterior; después se prensa y ata en paquetes de 100 kilogramos de peso, en cuyo estado se entrega á los fabricantes.

Bajo el dominio francés se ha desarrollado extraordinariamente en Argelia el cultivo ordenado del alcornoque; pero la mayor cantidad del corcho bruto y de los tapones que se introducen en el comercio, procede todavía de nuestro país, especialmente de Cataluña, donde tenemos nuestros bosques de alcornoques más extensos. En el año 1874, por ejemplo, se elevó nuestra exportación á 1.686.223 kilogramos de corcho en planchas, por valor de 738.684 pesetas, y 659.000.000 de tapones, que valían 8.239.462 pesetas.

MADERAS EXÓTICAS

No cuadra á nuestro propósito entrar en pormenores acerca de todas las especies de madera que produce la naturaleza en las diferentes partes del globo, y mucho menos dados los límites, necesariamente estrechos, de este trabajo, podríamos referir el sinnúmero de productos accesorios que se obtienen en especial de las selvas de las zonas cálidas. Fuerza es que nos ciñamos á los productos más importantes, en particular á las maderas exóticas que se importan en Europa. Tales son, en primer término, las que, en virtud de su durabilidad y elasticidad, se prestan admirablemente á la construcción de buques; luégo las propias para la ebanistería, en razón de sus venas ó su color, ó que por su dureza se aprecian en la manufactura de objetos torneados; y, por último, algunas que se caracterizan por sus propiedades aromáticas. En otros tiempos se introducían en Europa ciertas maderas destinadas á usos medicinales; hoy ya tiene mayor importancia la introducción de maderas para uso del tintorero.

La parte Sudoeste de Asia es, por regla general, pobre en arbolado, al punto de que los habitantes emplean como combustible el estiércol seco de sus ganados. De los célebres cedros del Líbano sólo quedan ya restos decrépitos, y rara vez se encuentra en nuestros mercados la verdadera madera de cedro, entre las muchas especies que se ofrecen á la venta bajo este nombre. Más común es la verdadera madera de ciprés, que se importa de aquella parte del globo. La Rusia asiática media y septentrional es bastante rica en selvas, especialmente las de coníferas; pero las más accesibles, en las inmediaciones de los centros mineros y metalúrgicos, se han explotado de un modo tan codicioso, que algunos establecimientos industriales han tenido que paralizarse por falta de maderas y leñas, mientras que las demás selvas se encuentran todavía fuera de las vías de comunicación y no pueden aprovecharse, puesto que los ríos navegables de Siberia desaguan principalmente en el mar Glacial Artico, y sólo los samoyedos llegan á utilizar las maderas que arrastran las crecidas, salvo las

pocas que, á impulso de las corrientes polares, van á parar á las costas de la Groenlandia á manos de los esquimales.

La India y las islas índicas son las regiones asiáticas más importantes para el comercio de maderas. En ellas se explota la madera llamada de *teak*, ó sea la de la especie arbórea *Tectonia grandis*, de valor inapreciable para la construcción de buques, en vista de su solidez, elasticidad y durabilidad; según es fama, los buques construídos con teak pueden durar tres veces más tiempo que los hechos de encina, citándose el ejemplo de uno, construído en el año 1706, que todavía estaba útil en 1805. Arbol tan estimado no es ya tan abundante como otras veces, hallándose principalmente en Malabar, Pegu, Tenasserim y Assam; las existencias en el Pegu se evalúan en unos 250.000 árboles, que sólo permite una extracción de 2.500 al año. En cambio los holandeses, penetrados de la importancia de semejantes productos, cultivan y administran cuidadosamente en la isla de Java sus selvas de *Tectonia*, asegurando de este modo una exportación normal y regular. Al pie de la cordillera del Himalaya abundan todavía la *Schorea robusta*, que da la madera llamada *sal*, una especie de *Dalbergia*, que produce la madera dicha *sissu*, y la *Lagerstroemia reginæ*, cuya madera se aprecia también en la construcción. Una de las maderas más preciosas de las regiones de que hablamos, es la de ébano, esto es, el corazón negro y pesado de *Diospyros Melanoxylon* y de *Maba Ebenus;* bajo el nombre de ébano se encuentran en nuestros mercados europeos gran número de maderas, como, por ejemplo, la de *Byra Ebenus*, procedente de las Antillas, otra de una especie de *Willetia* que crece en Madagascar, y una del Africa occidental, cuya clasificación botánica es dudosa. Tenemos también una madera de ébano artificial, que fabrica el francés Ladry con serrín teñido y sangre de animales, imitando muy bien la madera verdadera. Una variedad de ébano, con manchas negras y blancas, se atribuye á la especie arbórea *Diospyrosleucomelas*, que crece en las Indias Orientales.

Así como suele aplicarse el nombre de ébano á casi todas las maderas negras, del mismo modo, es decir, impropiamente, llámase «madera de hierro» á todas las que se distinguen por una dureza extraordinaria, esto es, á muchas especies procedentes de los países tropicales. La verdadera madera de hierro asiática es la del corazón del *Metrosideros vera*, árbol que crece en las Molucas y que los indígenas llaman *nani;* sólo se deja labrar en estado fresco, ó después de sometida á la acción del agua caliente, y aun así reclama el uso de las mejores herramientas de acero. La madera de hierro de la India procede de *Chrysophyllum glabrum* y de algunas especies de *Sideroxilon;* la que bajo dicho nombre, ó del de *intsi*, se encuentra en los mercados, es la madera de una especie de acacia *(Acacia Intsia)*; el árbol *Baryxylum rufum* da la madera de hierro de Cochinchina; la *Mesua ferrea*, la de Ceilán, y la *Cryptocarya ferrea*, la variedad javanesa. El llamado árbol de la langosta *(Hymenæa courbaril)*, indígena de las

Indias orientales, tiene una madera hermosa, muy apreciada en los mercados, y se importan, además, de aquellas regiones pequeñas cantidades de madera de sándalo rojo, procedente de la especie *Pterocarpus santalinus*, así como de la madera, también aromática, dicha de rosa, que es la de *Dalbergia latifolia*. Entre las maderas tintóreas del Asia, mencionaremos la de *Cæsalpina Sappan*, conocida con los nombres de madera roja de Java ó de Bimas, y también, aunque impropiamente, madera del Japón; pero salvo esta clase, las maderas tintóreas asiáticas han cedido el puesto en nuestros mercados á las americanas, que pueden obtenerse más económicamente. En cuanto á la China, poco podemos decir respecto á maderas, salvo que en algunas regiones del Norte y del interior hay tal escasez de arbolado, que la madera suele venderse por libras, ó sea al peso. El Japón posee hermosas maderas, especialmente las de coníferas.

El continente australio y muchas de las islas del Pacífico, tienen varias clases de maderas importantes; pero en virtud de lo apartado de estas regiones, llegan rara vez estos productos á los mercados europeos. A la Exposición internacional de París (1867) envió Australia muestras de 262 especies diferentes de madera, llamando la atención por su hermosura las de *Eucalyptus*, *Podocarpus*, *Melaleuca* y *Daryphora*, que se caracterizaban por la finura de su grano, sus colores vivos y su aroma. La madera de hierro de Australia procede de las especies arbóreas *Acacia Melanoxylon*, *Stadtmannia australis* y varias del eucalipto; la caoba de dicho continente, de color rojo pardusco y de aroma parecido al de la violeta, es la madera del *Eucalyptus robustus* y *Eucalyptus Globulus*, dos árboles que alcanzan hasta 125 metros de altura y 25 de circunferencia en la base del tronco; dicha caoba se conoce también con el nombre de madera de hierro y violeta. La Nueva Zelanda posee una madera estimada, llamada *pium (Dacrydium cupressinum)*, y no son menos apreciables las maderas de *Metrosideros robusta*, *Metrosideros tomentosa* y *Vitex litoralis;* la madera de hierro del país es la de *Casuarina* y de *Metrosideros*. Pero de todos estos productos selváticos, apenas si se exporta más que la resina de abeto de Damara *(Damara australis)*. Las selvas de las islas de Hawai ó Sandwich contienen, entre otras, las especies *Santalum paniculatum* y *Santalum Freycinetianum*, que dan la preciosa madera de sándalo, de aroma tan agradable; y en la primera Exposición de Londres admirábanse por su hermosura, como maderas de ebanistería, las de *Eugenia malaccensis* y *Acacia heterophylla*, procedentes también de dichas islas.

En cuanto al África, el territorio del Cabo sólo posee algunas selvas de árboles mayores en su parte oriental, y con su producto apenas logra hacer frente á sus propias necesidades. Dichas maderas se distinguen por su solidez y elasticidad, especialmente la llamada de cuerno de búfalo, procedente de *Burchellia capensis*, la madera de hierro del país, ó *yserhout*, que es la de una especie de olivo *(Olea undulata)*, y también la de *Gardenia Rothmanni*. La madera de

Cassine Maurocenia se aprecia para la manufactura de instrumentos de música, lo mismo que la de *Cithaeroxylon quadrangulare*, que se llama por eso madera de violín. Las especies *Podocarpus Thunbergii* y *Crocoxylon excelsum* dan la madera llamada *geelhout*, ó madera amarilla. Para las obras del aladrero ó aperador se toma allí la madera tan resistente de *Trichocladus crinitus*. La isla Mauricio (una de las Mascarenhas) exporta pequeñas cantidades de la llamada madera de hierro blanca, que procede de las especies arbóreas *Cossignia borbónica* y *Sideroxylon cinereum*. Algo más considerable es el comercio de maderas en la costa occidental de África, particularmente en el golfo de Guinea y el Senegal, de cuyas regiones se exporta anualmente mucha de la madera roja de *Baphia nitida*, que se emplea en la fabricación de colores y en ebanistería; además la llamada *teak* ó encina africana, procedente de una euforbiácea, *Oldfieldia africana*, la caoba africana de la especie de *Khaja senegalensis;* no se conoce la procedencia del ébano y la madera llamada de ninfa que se exportan del África occidental. En el Norte, la cordillera del Atlas produce cantidades no despreciables de madera de roble, pino, olivo silvestre y de sandara *(Callitris quadrivatris)*, que se exportan á Francia por la vía de Argelia; pero la madera más interesante de aquella región es la de boj, tan apreciada en la xilografía.

La parte más activa en el comercio exterior de maderas la toma el continente americano, especialmente en las regiones septentrional y media de su costa oriental. El Canadá es el país por excelencia de la madera, de la que exporta al año por valor de 64 millones de pesetas, principalmente para Inglaterra. Las maderas de pino blanco y amarillo *(Pinus mitis)*, del alerce rojo *(Larix americana)* y de varias especies de encina, se benefician en aquellas selvas de un modo análogo que en las europeas, transportándose hasta la costa mediante el río San Lorenzo y sus afluentes. Allí existen sierras mecánicas, en Petersborough, por ejemplo, que tienen hasta 136 sierras en movimiento casi constante, aserrando durante nueve meses del año 70:000 troncos; una sola casa, la de Egen y Compañía, tiene ocupados en sus cortas 2.800 hombres, 1.700 caballos y 200 bueyes, cuya alimentación supone el empleo de gran número de trenes de ferrocarril; de Quebec solamente se exportan al año más de 560.000 metros cúbicos de madera de pino.

Entre las muchas maderas que producen los Estados Unidos, y cuya sola enumeración formaría una lista muy larga, mencionaremos en primer término la de arce de azúcar *(Acer saccharinum)*, conocida en los mercados con el nombre de «madera de ojo de pájaro» por la conformación particular de sus vetas, y las hermosas maderas de nogal *(Iuglans cinerea)*; entre las 120 especies diferentes de encina ó roble, propias de aquellas regiones, la más estimada por su madera es la llamada encina de la vida *(Quercus virens)*; se exportan además cantidades menores de la madera de encina escarlata y de otras especies. Las coníferas encuentran allí una representación numerosa, explotándose varias es-

pecies de abeto, y el llamado árbol de la vida *(Thuja occidentalis)*; el abeto gigante de California *(Wellingtonia* ó *Sequoia gigantea)*, el más grande de las coníferas, no tiene tanta importancia desde el punto de vista técnico, pero merece citarse como ejemplo del desarrollo que alcanzan ciertas especies arbóreas, pues se encuentran muchos ejemplares de más de cien metros de altura, y se conoce uno, ya caído, llamado el Padre de la Selva, que tenía una altura de 144 metros y una circunferencia de 35 en su base; su edad se calcula en más de dos mil años. Desde Virginia á la Carolina, hay una especie de ciprés *(Taxodium)* que constituye extensas selvas pantanosas. De los Estados del Sur y de las Antillas se exportan para Europa grandes cantidades de la llamada madera de cedro, que se emplea en la fabricación de cajas para cigarros y azúcar y en la de los lapiceros. Dicho nombre, que es más ó menos impropio, comprende las maderas de árboles de dos familias botánicas muy distintas; la madera muy comúnmente usada para los lapiceros procede de dos especies de enebro *(Juniperus virginiana* y *J. bermudiana)*, que tienen un corazón rojizo y aromático en medio de capas leñosas blancas; las maderas dichas de cedro que se extraen de Cuba y demás Antillas, y se emplean en la fabricación de las cajas mencionadas, son productos de varias especies de cedrela, en particular la *Cedrela odorata.* También se da el nombre de madera de cedro blanca á la de una tuya *(Thuja sphaeroidea)*. El género *Cedrela* se relaciona de cerca con el verdadero árbol de la caoba *(Swietenia Mahagani*, fig. 292), cuyos productos desempeñan un papel importante en el comercio de maderas; la caoba, tan estimada en la ebanistería, procede actualmente, en su mayor parte, de Cuba, Haytí, Yucatán y Honduras; otra clase muy inferior, ó sea la llamada caoba blanca, es la madera de *Anacardium occidentale.*

En la América central se cuenta toda una serie de maderas de hierro; la de la Jamaica procede de *Fagara Pterota;* la de Santa Cruz, de *Rhamnus ferreus;* la de la Martinica se cree procedente de *Siderodendron triflorum* y de *Ceanothus reclinatus;* mientras que de Guadalupe proviene el *Ceanothus ferreus;* y con esto basta, sin citar otras muchas. Una madera análoga es la llamada de las Antillas, y procede de varias especies de acacia, como *Acacia Sideroxylon*, *A. guadaloupensis*, etc. Las selvas pantanosas de las costas marítimas, compuestas principalmente de *Rhizophora Mangle*, producen la madera conocida con el nombre de madera de carne de caballo (en inglés *horse flesh-wood)*, cuyo color y aspecto imita, y el ébano americano, procedente de *Brya Ebenum.* De las demás maderas de las Indias occidentales que se encuentran en nuestros mercados, mencionaremos la llamada de coral (de *Erythrina* ó *Adenanthera Pavonia);* la de sándalo azul, ó *lignum nephriticum*, procedente de *Guilandina Moringa;* la dicha hisparilla ó madera de limón (de *Amyris balsamifera* ó *Erythalis odorifera);* la madera de rosa de la Martinica (de *Cordia scabra)* y la de las Antillas (probablemente de *Amyris balsamifera);* la madera de brasilet (de

Caesalpina vesicaria); la llamada granadil ó de coco, de Cuba y la Jamáica, no procede de una palmera, como pudiera creerse, sino probablemente de una leguminosa; y, por último, el palo santo ó *Lignum sanctum*, que es producto del *Guajacum officinale.*

La Guayana holandesa, lo mismo que la francesa y regiones vecinas, son también muy ricas enmaderas preciosas, tanto de las clases muy resistentes como



FIG. 292.—La caoba.

de las de hermosos colores y vetas, de las que se exportan bastantes para Holanda, Francia é Inglaterra. Los lapiceros franceses se fabrican á menudo con la llamada madera de cedro de Caracas *(Cedrela montana).* La Cayena produce una madera de hierro, llamada panacoco, que procede del *Swartzia tomentosa;* un ébano color verde pardusco (de *Tecoma leucoxylon),* y otro llamado azul, procedente de una *Nissolia*, que al principio aparece de un gris rojizo, se vuelve luego rojo oscuro y acaba por tomar un color entre el de violeta y el violado oscuro. Además se exportan de esta región la madera dicha de raso, que procede de *Ferolia guianensis* ó de *Chloroxylon Swieteni;* la de perdiz, así llamada

por sus hermosas y características manchas, y es la de *Boca prouacensis;* la madera de Bogott, la estriada, dicha de zebra (de *Omphalobium Lambertii)*; las denominadas maderas de letras, de serpiente y otras varias. Sabido es que el Brasil debe su nombre á su riqueza en maderas colorantes ó de tinte, que constituyen actualmente un importante artículo de exportación de la América meridional, habiendo triunfado en nuestros mercados en su competencia con maderas análogas de Asia, de donde se traían antes. Las principales son la madera roja de Pernambuco (de *Caesalpinia echinata);* la roja del Brasil, dicha *brasilet*, que procede de las especies arbóreas *Caesalpinia brasiliensis* ó *C. crista;* la llamada madera azul ó de campeche (de *Haematoxilon campechianum*) y la madera amarilla del Brasil, que proviene de varias especies de *Broussonetia*. A estas maderas colorantes hay que agregar muchas hermosas especies muy estimadas por los ebanistas, tales como el ébano rojo, de origen desconocido, el granadil negro y la madera de hierro brasiliense, procedente de *Genipa americana* ó de *Xantoxylon hiemale*. Muy conocida y apreciada en Europa es la madera dicha jacaranda (el *palisandre* de los franceses y el *black-rose-wood* de los ingleses), de color pardo negruzco con vetas rojas, que se atribuye á diferentes especies del género *Jacaranda*. La madera llamada *padawa*, que procede de la base del tronco de una especie de palmera (probablemente *Iriartea)*, ostenta preciosas vetas á manera de arabescos; y también son hermosas las maderas llamadas real, ficatin, de Palmira y las de rosa brasileña, que los ingleses llaman de tulipán, y procede de una leguminosa. Podríamos citar otras varias maderas preciosas, sin hablar de las que, en forma de gruesos troncos, constituyen la parte principal de las selvas del Brasil, y que allí hallan empleo como maderas de construcción y carpintería. Pero debemos poner fin á este capítulo, y lo hacemos en la esperanza de que, con el gradual desarrollo de la civilización, acabará por introducirse en aquellas magníficas selvas vírgenes un cultivo y aprovechamiento ordenados, terminando las explotaciones codiciosas que tanto daño les causan, y abriéndose, mediante el descubrimiento de productos todavía desconocidos, nuevos horizontes para el importante comercio de maderas exóticas.



LA CAZA

Introducción. — Apuntes históricos. — La caza mayor: el ciervo, la gamuza y la cabra montés; el jabalí, el oso, el lobo y el zorro.—La caza menor: la liebre y el conejo; caza de pluma.—La caza en los países lejanos. — Animales de pieles de abrigo y el comercio de éstas.

De los escritos más antiguos que refieren los usos y costumbres de nuestros antepasados, se desprende que la caza era antiguamente una de las ocupaciones impuestas al hombre por la necesidad de cuidar de su propia seguridad y alimentación; tenía que combatir á los animales, tanto para defender su propia vida, como para proporcionarse el alimento y el vestido. En aquellos tiempos nadie, seguramente, pensaba en perseguir la caza por mera afición ni por el gusto de correr por el

campo, dedicándose al *sport*, como nosotros decimos; se cazaba entonces por necesidad, no por diversión, como hoy sucede en la mayor parte de Europa. Sólo después que el modo de vivir tomó un carácter más sedentario, viendo los hombres cubiertas sus necesidades más apremiantes, fuese transformando la caza, primero en escuela militar, digámoslo así, para los jóvenes, y una ocupación mediante la cual los hombres continuaban ejercitándose en el manejo de sus armas, y más tarde en una diversión ó un pasatiempo. Las diferentes fases por que pasó la caza en Europa durante esta transformación secular, tienen todavía su representación en diferentes partes del globo, según los distintos grados de civilización que han alcanzado los pueblos. En los centros de cultura, donde la población es más numerosa, la caza ha desaparecido casi por completo; en los alrededores de Nueva York, de Calcuta y de Pekín, no se encuentran actualmente más ciervos y jabalíes que en las inmediaciones de nuestras grandes ciudades; mientras que, por otra parte, en muchos territorios occidentales de los Estados Unidos, lo mismo que en el Mediodía y el Este de África, el colono se ve tan precisado á tener sus armas constantemente á mano para procurarse alimentos y vestido ó defenderse contra las fieras, como el clásico cazador Nemrod de la tradición bíblica.

Otro objeto moderno de la caza consiste en el fomento de la ciencia. El sabio investigador y viajero que se lanza á la exploración de regiones apartadas y desconocidas, ensanchando los horizontes comerciales y allanando el camino hacia nuevas colonizaciones, se interesa, naturalmente, por la fauna de dichas regiones, y se entrega á la caza con el fin de estudiar las especies y costumbres de los animales; y estableciendo comparaciones, nos proporciona datos preciosos acerca de si tal ó cual comarca es ó no habitable, y con qué productos puede contar el futuro colono para subvenir á sus necesidades y fomentar el comercio y la industria. Por las referencias de varios exploradores de nuestro siglo, sabemos, por ejemplo, que las sabanas de los Estados Unidos abundan en animales de caza; el ciervo de Virginia se encuentra en gran número en el interior de los Estados septentrionales, especialmente en Illinois, constituyendo una verdadera providencia para el colono pobre, pues su carne es alimento sustancioso, mientras que su piel le sirve para abrigarse. En algunos puntos de dichas regiones abundan también los lobos, las panteras, los gatos monteses y los osos pardos, de los que los últimos se retiran *motu proprio* ante la colonización, al paso que las demás fieras van desapareciendo poco á poco, merced á la persecución de que son objeto. En el Canadá se ha hecho raro el zorro negro, y aún más el llamado zorro de plata, porque los indígenas se han visto obligados á cazarlos sin remisión para cubrir sus necesidades, vendiendo sus pieles á los europeos. Y así vemos desaparecer los animales silvestres donde quiera que el hombre toma asiento, quedando relegados á los sitios despoblados menos accesibles y rudos.

También en Africa y Asia, la patria por excelencia de las fieras más temi-

bles del género *Felis* (león, tigre, jaguar, etc.), se hacen éstas cada vez más raras, porque los Gobiernos cultos premian su extinción, en pro de la seguridad de los habitantes y de sus animales domésticos. Por la misma razón, las fieras que antes se encontraban en toda Europa, como lobos, osos, linces y gatos monteses, sólo se hallan ya en escaso número en las partes oriental y septentrional, particularmente en Rusia, Hungría y Transilvania, y los tres primeros en la península escandinava; mientras que en la Europa occidental dichas fieras, en reducidos ejemplares, se hallan relegadas á los Alpes, los Pirineos y algunos puntos de las cordilleras meridionales, si bien el lobo se presenta todavía en Francia y la Lorena, y el gato montés en algunas selvas de Alemania. Pero estos escasos restos van tocando también á su extinción.

Empero esto no sucede sólo con las fieras propiamente dichas; pues también los animales silvestres que sólo son útiles al hombre, ó que le producen más utilidad que perjuicios, han tenido, andando el tiempo, que retroceder á medida que se ha ido extendiendo el género humano. De aquí la necesidad, que se ha hecho sentir en los diversos países en diferentes épocas, de proteger los animales cuya desaparición se querría evitar, y, en su consecuencia, las restricciones impuestas á la caza, que antes se practicaba libremente, restricciones que han imperado por fin en nuestras leyes de caza modernas, las cuales se encaminan á la extinción de los animales perjudiciales y á la conservación de los útiles, definen el derecho á la caza, y determinan las épocas del año en que las diversas especies animales pueden ser perseguidas ó debe dejárselas en paz, á los fines de su procreación natural. La consecuencia de tal legislación y de semejantes medidas prohibitivas, ha sido que la caza ha ido adquiriendo más y más el carácter de un oficio ó un arte, elevándose en Alemania hasta el rango de una ciencia, que abraza la parte correspondiente de la zoología, los principios de la preservación de la caza, la cría de la misma y el arte de cazar, que se enseña como ramo integrante de la selvicultura. Como este desarrollo del mero concepto de oficio al científico es el fruto de la experiencia europea, es lo natural que en este libro nos ocupemos en primer término de la caza en Europa; con mayor motivo cuando en las demás partes del globo, y según sus condiciones especiales y los adelantos de la civilización, se va desarrollando el arte sobre los mismos principios. El tigre en la India, el león en Africa y en general las fieras en todas partes, cuyo exterminio está, digámoslo así, decretado, por ser dañinas al hombre, se cogen con trampas y se persiguen con la escopeta, de un modo análogo que se hacía antes en Europa y se hace todavía donde quiera hay fieras que exterminar. Por otra parte, en América acabará también el colono por establecer restricciones á la persecución de los animales útiles de caza, lo mismo que hemos hecho en Europa, á medida que se le vaya imponiendo la necesidad de conservar especies que le ofrecen alimentos agradables y productos á propósito para el vestido, al par que un ejercicio recreativo y sano.

APUNTES HISTÓRICOS

Por lo que refieren nuestros documentos históricos respecto de las condiciones del ejercicio de la caza en Europa, el estado primitivo de cosas, según el cual todo hombre libre tenía el derecho de cazar, se modificó pronto en el sentido de reservarse exclusivamente dicho derecho los príncipes y señores, al menos en las comarcas que no eran propiedad especial de un individuo.

En muchos distritos de Alemania existen bosques que todavía conservan el nombre de *Bannwald*, esto es, «selva prohibida», que se les dió en otros tiempos, cuando el Emperador tenía el derecho exclusivo de cazar en ellos. Al acentuarse progresivamente las distinciones sociales, basadas en el principio de la tutela (que tantas veces rayó en opresión) de las clases inferiores por las superiores, principio que tanto arraigo tenía en los siglos XVI, XVII y XVIII, cayóse en la cuenta de que el ejercicio libre de la caza sólo podía redundar en perjuicio del pueblo, distrayéndole de sus ocupaciones habituales, cuando debía buscar precisamente su felicidad en el fomento de la industria; de modo que la caza vino á ser el privilegio de unos pocos, é inseparable de la soberanía territorial.

Numerosas ordenanzas, cuya índole variaba según los países y las costumbres, regulaban el ejercicio del arte que nos ocupa. Determinaban las épocas del año en que la caza era permitida ó vedada, y también las especies de animales que se reservaba el soberano ó señor territorial, y las que podían perseguir sus súbditos, provistos de la licencia correspondiente. De entonces data la clasificación de dichos animales silvestres en dos grandes grupos, ó sea en caza mayor, que comprendía diferentes especies de ciervo, jabalí, oso, lobo, lince, y varias aves grandes, como el cisne, urogallo, grulla, águila, etc.; y en caza menor, que abrazaba liebres y conejos, zorro, gato montés y otros cuadrúpedos pequeños, y de las aves, la perdiz, becada, codorniz, etc. También solía distinguirse entre caza noble y caza común; entendiéndose por noble la de los animales que cazaban con predilección los príncipes y magnates, y que no se podían matar en todos tiempos y de todas maneras; la caza noble se perseguía con arreglo á reglas determinadas, ora con armas de fuego, ora con perros, yendo los cazadores á pie ó á caballo, ora por medio del halcón; mientras que la caza común, no sólo se perseguía con armas y perros, sino que se cogía también con trampas, lazos, redes y medios análogos.

Durante la Edad Media, y aun en siglos posteriores hasta los XVII y XVIII, la mayoría de los príncipes y señores no tenía apenas otra ocupación que el manejo de las armas, que durante la paz dirigían contra los animales selváticos, y en tiempo de guerra contra el enemigo. Cada corte, por pequeña que

fuera, tenía un personal numeroso, afecto exclusivamente á la caza, y cuyos cargos más importantes eran muy codiciados por la honra que entrañaban; y puede juzgarse de la alta estima en que se tenía dicho arte, recordando el célebre *Libro de montería*, que se atribuye al rey Alonso el Sabio; el *Libro de caza*, del príncipe D. Juan Manuel; el *Libro de las aves de caza é de sus plumages é dolencias é melecinamientos*, que en el siglo XIV escribió nuestro canciller Pero López Ayala; el *Libro de Acetrería*, debido á Mosén Valles, tesorero general y del Consejo del Emperador, á mediados del siglo XVI; y los dos tratados de cetrería compuestos en latín, que se conservan en la biblioteca del Escorial, y se deben á la pluma de D. Matías Mercader, arcediano de Valencia, sin hablar de otras publicaciones posteriores. Y era natural, como observa Gayangos hablando de la cetrería, ó caza con azores, que las reglas y preceptos de arte tan vulgarizado y esparcido, principal ocupación y recreo de la nobleza castellana, lograsen sus expositores y maestros.



FIG. 293.—Azor con capirote.

«Llenas están nuestras crónicas de anécdotas que manifiestan el alto aprecio que los monarcas castellanos hacían de un azor ó gavilán adiestrado para la caza de aves, y el ardor con que los nobles practicaban un ejercicio que alternaba con el de las armas. Verificábase la caza de cetrería con aves de rapiña, domesticadas y enseñadas á fuerza de industria y de paciencia. Llevábanse sobre la parte anterior del brazo, cubierto éste con recia manopla de cuero reblandecido, llamada *lúa* ó guante, para que las aceradas uñas del ave no se embotasen. Si el azor se mostraba inquieto ó no estaba aún bien adoctrinado, se le quitaba la luz por medio de una monterilla ó capuz llamado *capirote*, que le cubría enteramente la cabeza (fig. 293). Collares ricamente bordados en el cuello, y cascabeles de plata ó metal en las patas, engalanaban al neblí y daban mayor realce á su plumaje. Volada la perdiz, la garza ó el ánade, alzábase de pronto el capirote, enderezábase la vista del halcón, y éste se lanzaba con rápido vuelo en persecución de su víctima, que muy pronto bajaba á tierra oprimida entre sus garras. En su descenso, el ave de rapiña describía círculos en el aire, y atenta al señuelo, volvía á posarse con su *prisión* ó presa sobre el brazo del cazador. En casa el halcón era colocado sobre una percha ó *alcándara* con sus *pihuelas* de valdrés, y la *lonja* ó correa añadida á aquéllas para darle mayor soltura en los movimientos. Si iba de viaje, un vistoso *alcahaz*, á manera de

goyola ó jaula, lo encerraba con los demás de su especie. Era esta caza un divertido espectáculo, al que asistían por lo común, montadas en mansos palafrenes ó mulas de suave andadura, las damas de la comarca, las cuales gustaban de recibir en sus manos las aves campestres ó acuáticas que el neblí, el tagarote y el gavilán habían preso por los aires. De presumir es, continúa Gayangos, que los árabes españoles, que también se mostraron aficionadísimos á este género de ejercicio, le aprendiesen de los persas, que de muy antiguo le practicaron. Varios son los tratados de cetrería escritos en lenguas orientales que se



FIG. 294.—Caza del jabalí en Alemania, en el siglo VXI, según un grabado de la época.

conservan en la biblioteca del Escorial; y como, por otra parte, es cosa sabida que los mejores halcones procedían de Túnez y de otras provincias de Berbería, y que los términos y voces usadas en aquel arte son, en su mayor parte, arábigos, no se necesitan mayores pruebas para establecer el hecho de que los árabes andaluces fueron tan aficionados ó más que los españoles á este linaje de caza.»

La montería ó persecución de la caza mayor se verificaba por entonces con perros, yendo armados los caballeros de lanzas ó rejones, y acompañados de lujoso tren de monteros, á cuyas órdenes iba todo un ejército de ojeadores. El empleo de la lanza corta ó del rejón en la caza del jabalí (fig. 294) siguió en boga durante los siglos XVI, XVII y XVIII, y se conserva aún en algunas partes; pero desde mediados del primero la mejora del arcabuz dió lugar á modificaciones en el arte de la caza. La cetrería ó caza de aves con halcones cayó en desuso, lo mismo que el empleo de arco y flechas y de la ballesta, que ántes era común,

especialmente en el Norte de Europa; y á medida que las costumbres más rudas de los antiguos caballeros cedían el puesto á otras más suaves, que traían consigo cierta indolencia y afición á la comodidad, la antigua venación perdió en muchos casos su primitivo carácter varonil, digámoslo así, transformándose en una especie de matanza al por mayor, que era más del gusto de los magnates, menos acostumbrados que sus antepasados á las fatigas del campo.

La fig. 295, reproducción de un grabado del siglo XVII, y que recuerda

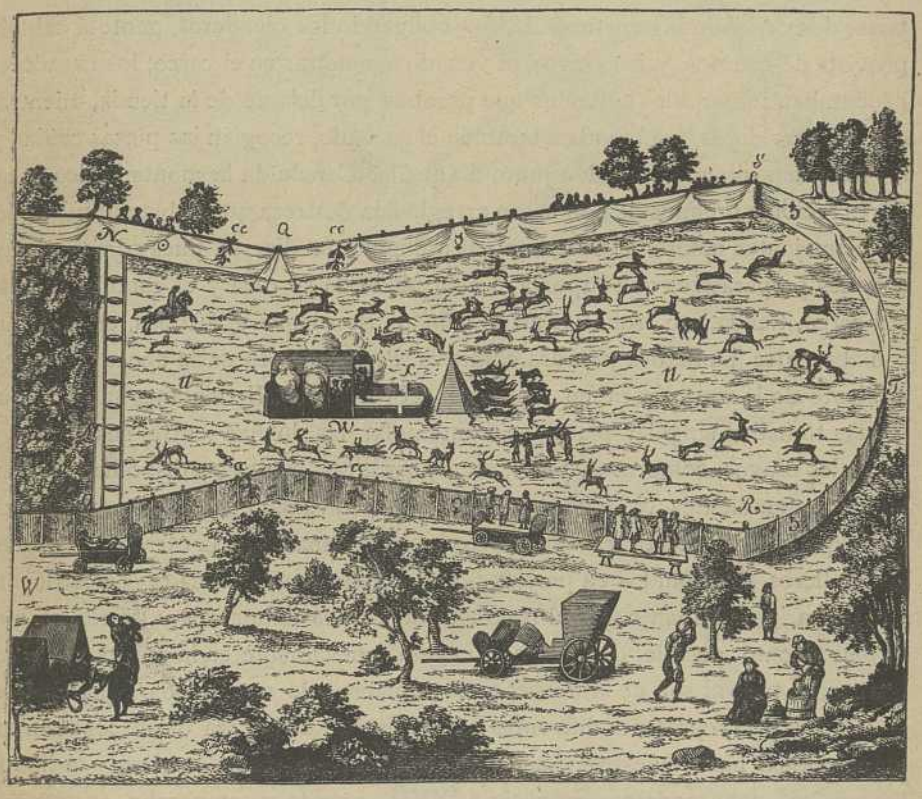


FIG. 295.—Montería regia, según un grabado del siglo XVII.

el cuadro (copia de Velázquez) representando una cacería en el Pardo en tiempos de Felipe IV, que se conserva en nuestro Museo de Pinturas de Madrid, da una idea de este género de montería regia, que suponía todo un aparato de monteros y ojeadores, cuyos preparativos duraban á veces varias semanas. Estas gentes empezaban por acordonar una selva entera, penetrando en ella y ahuyentando con sus voces y cuernos de caza al venado, que se veía obligado á irse concentrando hacia un paraje determinado, que debía comprender un claro ó espacio desprovisto de arbolado, de unos 400 pasos de largo por 200 de ancho. Tanto este espacio como el bosque inmediato en que se hallaba concentrada la caza, se cercaba con un lienzo sujeto á una serie de palos, como in

dica nuestro grabado, y se establecía una separación entre ambos mediante una serie de cortinas *MM*, que podían levantarse ó descorrerse en un momento dado. En medio del clareo se levantaba una espaciosa tienda (*W*) para acomodar á los príncipes y señores que tomaban parte activa en la caza, é iban armados con arcabuces, señalándose con haces de ramas *cc cc*, suspendidas en el cerco, los límites dentro de los cuales debían dirigir sus tiros, límites que cuidaban naturalmente de no transponer los espectadores que se colocaban fuera y en torno del lienzo. Una vez colocados los cazadores en su tienda, se daba comienzo á la montería, descorriendo las cortinas *MM* y obligando los ojeadores, gente á caballo provista de cuernos, y los perros, al venado á penetrar en el cerco; los cazadores procuraban matar á los animales que pasaban por delante de la tienda, mientras que sus servidores, según indica también el grabado, recogían las piezas caídas y las iban depositando en orden junto á aquélla. Concluída la montería, los cazadores recibían premios de honor con arreglo á la destreza que habían desplegado.

Semejantes monterías costaban naturalmente un dineral, pues además de los grandes preparativos que suponía el acorralado de la caza y el establecimiento del cerco, tienda, etc., solían ir acompañados de juegos y festines, en los que tomaba parte numerosa y lujosa comitiva. Pero también en la época del florecimiento de la caza, ó sea en los siglos XVII y XVIII, los magnates y sus damas tomaban singular placer en contemplar las luchas entre sus perros y animales bravos, como osos, toros, etc., y para las cuales se disponían los cercos correspondientes. No menos bárbara era la diversión, un tiempo muy gustada, que consistía en tirar al aire zorros y liebres lanzados á la carrera; las damas y caballeros, distribuídos en parejas por el cerco, y armada cada pareja de una red ligera, procuraban coger al paso uno de dichos animalitos y tirarlo al aire lo más pronto posible, dejando que cayera nuevamente en la red, para volver á lanzarlo; todo al son de la música y los aplausos de numerosos espectadores.

La fig. 296 representa diferentes armas usadas en la caza desde los tiempos más remotos hasta nuestros días, y desde la ruda maza de madera y la honda hasta la escopeta moderna. En el siglo XVII, cuando ya empezaba á generalizarse el empleo de las armas de fuego, la instrucción en su manejo constituía una parte importante de la enseñanza del joven cazador, el cual, según decían los antiguos tratados de caza, no sólo debía aprender á servirse de un buen arma, sino también á reparar una que no hacía blanco, sin tener que recurrir al armero. En esto la superstición desempeñaba un papel importante, y de su arraigo puede juzgarse al leer las siguientes recetas que, entre otras varias de la misma índole, se encuentran en la *Jaeger-Praktika*, ó *Práctica del cazador*, de Doebel, publicado en 1786: «Mátese un gorrión, átese su cabeza á la baqueta de la escopeta y límpiese con ella el interior del cañón, después repítase la operación con una cebolla blanca, úntese con la cebolla un trapito de hilo y vuélvase á limpiar el cañón con éste; hecho esto, cuélguense la cabeza del gorrión, la

cebolla y el trapito en una chimenea durante algunos días; mátese entonces otro pajarito, cárguese la escopeta con pedazos del mismo y descárguese al aire, y ya podrá tirase mejor con el arma. Cárguese la escopeta con una culebra y descárguese contra una encina; entonces se verá, como dice Doebel, cómo el arma mata mejor la caza. Desármese el cañón de la escopeta, colóquese en agua corriente de modo que ésta circule por su interior, vuélvase á armar, límpiese bien con la sangre de un animal cualquiera, y «está probado,» dice nuestro autor. Despojándose semejantes recetas de su aparato supersticioso, lo que queda es sencillamente la recomendación de tener bien limpio el cañón de la escopeta, y esto es un principio lógico y admitido por todo cazador entendido.

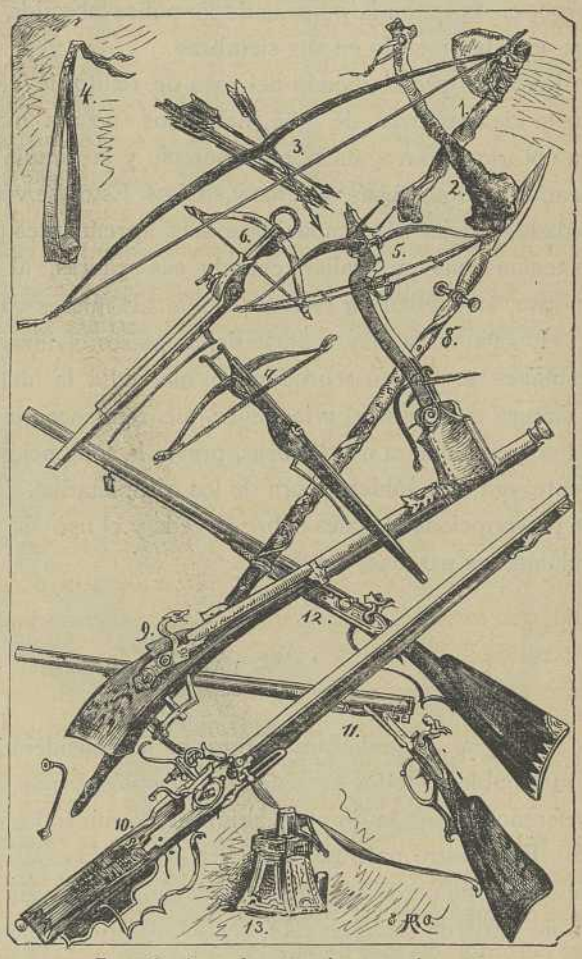


FIG. 296.—Armas de caza, antiguas y modernas.

Dijimos más arriba que la caza vino á ser un privilegio de los soberanos y nobles, so pretexto, entre otros, de que las clases inferiores no debían distraerse de las ocupaciones para las cuales habían nacido y en que habían de buscar su felicidad. Pero si plausible pudo parecer entonces la idea y paternal el espíritu que la concibiera, no eran nada suaves en aquellos «buenos tiempos de antaño» los medios de que se valían los magnates, tanto laicos como eclesiásticos, para hacer respetar su privilegio y la prohibición que entrañaba; y ¡ay del infeliz que, llevado de su natural afición, se entregaba á la caza clandestina! En muchas partes se consideraba semejante robo (pues así se calificaba el delito), digno de la pena de muerte, y de tan severo modo castigaban las faltas más graves las leyes penales del emperador Carlos V. Otras penas más leves, aunque no menos bárbaras, consistían en suspender al cuello del culpable unas grandes astas de ciervo, y obligarle á llevarlas constantemente durante uno ó dos años;

en señalar con un hierro candente, con la figura de un asta de ciervo, el dedo pulgar, la espalda, la mejilla ó la frente del delincuente; en arrancarle los ojos, cortarle la mano, coserlo en un saco de cuero y echarlo á los perros, ó bien atarlo al lomo de un ciervo grande, que se lanzaba entonces por la selva. Este último castigo se practicó, entre otros, por el arzobispo Miguel de Salzburgo, en 1537, en la persona de un pobre labrador, por haber matado un ciervo que se había metido en sus siembras.

Pero aun prescindiendo del caso de delito de caza clandestina, es evidente que la idea paternal de que hablamos no era más que un pretexto, pues son notorios la arrogancia, el desprecio y la tiranía con que trataban aquellos cazadores nobles á sus vasallos y siervos. Estos se veían obligados, en un momento dado, á dejar sus ocupaciónes más apremiantes para servir de ojeadores, y no tenían más que callar cuando sus señores, al entregarse á su diversión favorita, arrollaban sin contemplación sus mieses ya doradas.

Hoy ya, en la mayor parte de los países civilizados, semejantes horrores y desmanes no pueden reproducirse, merced á la mayor libertad de los pueblos, la cultura más general y las leyes que reconocen la igualdad de derecho para todos; y cualquiera puede cazar, previa la obtención de la licencia correspondiente, ora del Gobierno, ora de los propietarios del terreno, y sujetándose á las prescripciones legales sobre la veda y el uso de armas y artificios, como el reclamo, las perchas, redes, etc.

LA CAZA MAYOR

El ciervo.—Desde muy antiguo se ha considerado en Europa el ciervo como el más noble de todos los animales cazables, y por esto su caza siempre tuvo la preferencia sobre la de otros animales, verificándose también con mayor aparato. En nuestro país, tan pobre en selvas, la caza mayor, y particularmente la del ciervo, ha perdido gran parte de su importancia; y aunque todavía se divierten de tarde en tarde en este ejercicio los que tienen medios para ello, nunca toman nuestras monterías las proporciones que en Austria, Alemania, Francia y Escocia.

La caza del ciervo supone conocimientos especiales, que sólo se adquieren con la experiencia, y que entrañan el estudio de los hábitos y las particularidades del animal en las diferentes épocas de su desarrollo. La cierva pare ordinariamente un cervato, en cuya cabeza, siendo macho, y al cabo del primer año, empiezan á crecer los cuernos ó astas, en torno de dos prominencias óseas del hueso frontal. Dichas astas, de una sola punta ó candil, como suele decirse (figura 297), están al principio blandas y cubiertas de piel con pelo lanoso; pero tan luego como las astas se endurecen, el animal las frota contra los árboles

para despojarlas de dicha cubierta, al cabo de cuya operación quedan más ó menos bruñidas. Cada año se renuevan por completo las astas del ciervo

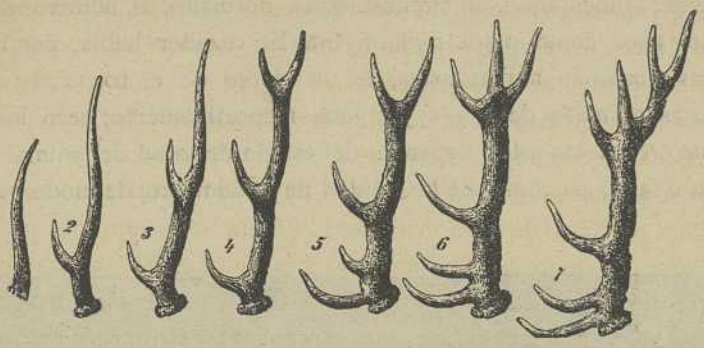


FIG. 297.—Astas del ciervo en los primeros ocho años de su vida y desarrollo normal.

cayendo las antiguas y desarrollándose otras nuevas; esto tiene lugar en Abril, Marzo ó Febrero, según que el ciervo sea muy joven, de mediana edad ó viejo.

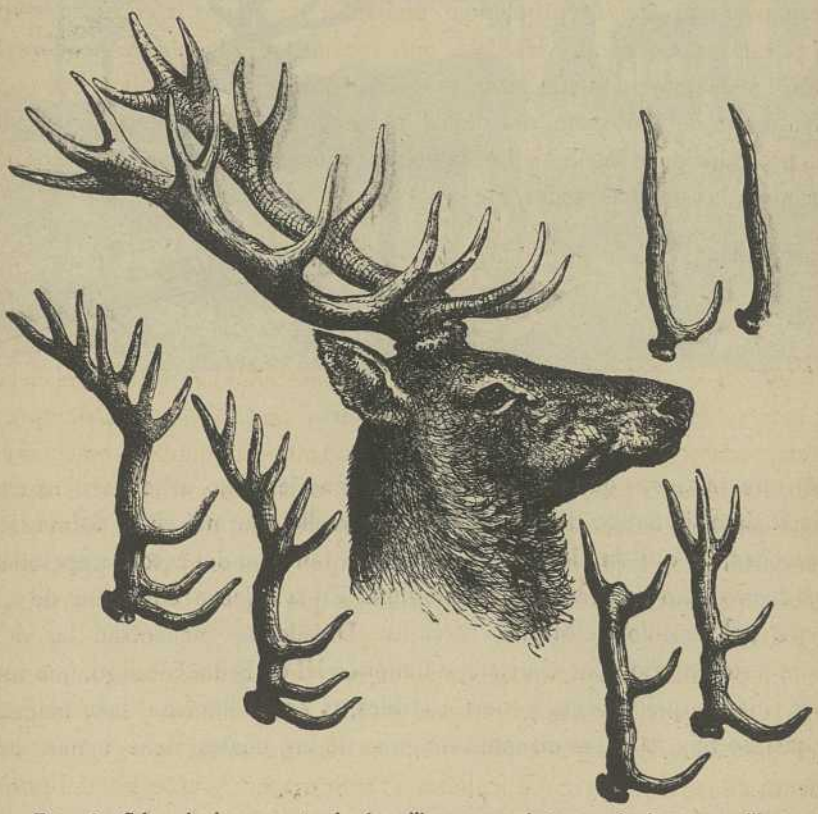


FIG. 298.—Cabeza de ciervo con astas de 16 candiles.—2 y 3.—Astas normales de 9 y 10 candiles. 4 á 7.—Astas anormalmente desarrolladas.

Desde el segundo año se forma en la base del asta la llamada rosa, consistente en una pequeña corona de rugosidades, y al cabo de dicho año ya aparecen

las astas nuevas, cada una con dos candiles ó puntas (fig. 297); al cabo del tercero se forman astas con tres candiles, del cuarto con cuatro, y así sucesivamente, aumentando, en circunstancias normales, el número de puntas con el de los años, como indica dicha figura. El cazador habla, por lo tanto, sumando las puntas en ambas astas, de un ciervo de 8, 10, 12, 14 candiles, designando así animales de 4, 5, 6 y 7 años respectivamente; pero la regularidad con que crecen las astas depende del estado de salud del animal y de la abundancia ó falta, así como de la calidad de su alimento; de modo que puede



FIG. 299.—Brama del ciervo.

suceder que un ciervo que un año tuvo 18 candiles, sólo eche 16 ó 14 en el siguiente. Esto sin hablar de los casos de desarrollo anormal en la forma de las astas mismas, de que da idea la fig, 298, amén tambien del caso excepcional en que un ciervo sano aparece sin asta ninguna. En la célebre colección de astas de ciervo del castillo de Moritz, cerca de Dresde, se encuentran las de un ciervo muerto en 1696 por el príncipe Federico III de Brandenburgo, que ostenta nada menos que sesenta y seis candiles, y en la llamada sala blanca de dicho castillo hay 72 pares de astas, ninguno de los cuales tiene menos de 24 puntas.

Durante el verano, el ciervo desarrollado permanece alejado de las ciervas; pero en Septiembre vuelve á buscarlas, andando inquieto y bramando con voz muy fuerte (fig. 299). Cuando dos ciervos se encuentran en la persecución de una hembra, se empeña entre ellos una lucha en la cual, lanzando bramidos



Caza del ciervo, según el cuadro de Albert Richter.

terribles, se dan con los candiles golpes tan vigorosos, que á veces se hieren mortalmente; en algunos casos semejantes se enganchan y entrelazan las astas de ambos combatientes de tal suerte, que quedan sujetos y perecen de hambre. Esta *brama* de los ciervos, como se llama, dura unas tres semanas, entrando en celo los animales viejos, tanto hembras como machos, antes que los jóvenes.

Todo esto y otros muchos pormenores, á que no podemos descender, tiene que conocer el cazador ó montero para la persecución más eficaz de un animal



FIG. 300.—Caza del ciervo al acecho.

tan ligero y asustadizo como el ciervo. Además es necesario que los perros de que se vale (en España podencos ó bracos) sean buenos ventores y estén bien enseñados, que tomen bien el rastro hasta obligar á salir al ciervo.

La caza de éste, así como la del gamo, que, sea dicho de paso, es un animal menos robusto y agreste y menos común en las selvas que el ciervo, se verifica de diferentes modos, ora saliendo el cazador sólo, situándose convenientemente, acechando al animal y tirándole con la escopeta al atravesar un claro (figura 300 y lámina XVIII); ora juntándose varios cazadores armados de escopetas y acompañados de ojeadores y perros, que obligan á los ciervos á salir de las espesuras hacia los sitios en donde se hallan apostados aquéllos; ora yendo los cazadores á caballo con gran número de perros, y persiguiendo á la carrera al ciervo, hasta que éstos hagan presa en él (fig. 301).

La caza al acecho supone grandes conocimientos del terreno, tanto en los

cazadores como los ojeadores, mucha paciencia por parte de aquéllos y un tiro certero para matar á la res al pasar á la carrera. La persecución del ciervo á caballo con los perros, es una caza más animada y divertida, debiendo acompañar los jinetes á sus perros, corriendo al lado ó detrás de ellos para alentarlos sin excitarlos demasiado; llamándolos cuando se extravían apartándose del rastro principal, y ayudándolos en un cambio cuando el ciervo retrocede por el mismo camino que llevara. El ciervo perseguido de este modo se vale naturalmente de muchas astucias, sobre todo cuando se ve estrechado y va disminu-



FIG. 301.—Caza del ciervo á caballo y con perros.

yendo su ardor; uno de sus últimos recursos, cuando la ocasión se presenta propicia, es el de arrojarse al agua para que los perros pierdan viento. Los cazadores á caballo atraviesan entonces el agua y ponen otra vez los perros en el rastro de la res, cuyas fuerzas se agotan al fin, hasta tener que rendirse. En este último trance procura defenderse todavía, hiriendo á los perros y aun á los caballos de los cazadores; pero al cabo uno de éstos lo remata, metiéndole el cuchillo por la cruz. Entonces se celebra la muerte del ciervo con cuernos de caza y grandes regocijos, y los perros gozan plenamente de su victoria comiéndose las entrañas de su víctima, que de derecho les pertenecen y se les entregan.

Otro animal del mismo género, cuya caza ofrece un pasatiempo agradable al par que un ejercicio sano, es el corzo, que se diferencia del ciervo y del gamo en la índole, el temperamento, las costumbres y en casi todos los hábitos naturales. El corzo, que frecuenta más comúnmente los sotos nuevos de los mon-

tes, tiene la talla y fuerza que aquéllos, aunque les aventaja en gracia y viveza, alegría y agilidad, siendo más astuto y diestro en escabullirse, y, por lo tanto, más difícil de seguir. En la primavera, cuando come los tallitos y las hojas nue-



FIG. 302.—Alce y lobos.

vas de los árboles, experimenta una especie de embriaguez, merced á la fermentación en su estómago de dicho alimento, y entonces sale frecuentemente del bosque y es más fácil soprenderle. Su caza, que tiene cierta analogía con la de la liebre, es siempre entretenida, pues el cazador tiene que competir con e corzo en astucia.

La carne del ciervo, gamo y corzo es un manjar excelente en determinadas épocas del año, y se aprecia mucho en todas partes, si bien en Alemania, dada su abundancia, se vende á veces más barata que las carnes de los ganados domésticos. Las astas se utilizan en la manufactura de diversos utensilios y objetos de adorno, así como en la fabricación de la gelatina, á la vez que sus pieles constituyen un artículo de comercio no despreciable. Un ciervo de 16 á 20 candiles aún puede alcanzar en Hungría un peso de 300 kilogramos, pero en los demás países no suele llegar, ni con mucho, á esta cifra.

En Rusia y la península escandinava, sin hablar de la América septentrional, el alce (*Cervus Alces*, fig 302) es una especie de ciervo bastante común. En tiempos históricos se hallaba aún diseminado por gran parte de Alemania, pero hoy sólo se encuentra rara vez en algunas selvas de la Prusia oriental. Alcanza el tamaño de un caballo, y es, por consiguiente, el mayor de los ciervos existentes, distinguiéndose además por la solidez y forma particular de sus cuernos, como se ve en nuestro grabado. En Prusia se caza al acecho, previo permiso especial del Rey; pero en Rusia y la Escandinavia suele perseguirse con gran número de pequeños perros, que le obligan á hacer frente, y entonces se le remata de un balazo.

La gamuza y la cabra montés.—En los elevados parajes de los Alpes, Pirineos, Cárpatos y montañas de Grecia, tiene su patria la gamuza (fig. 303), animal de la familia de los antílopes, tan ágil y asustadizo, á que sólo logran dar alcance los cazadores más diestros é intrépidos. En los Alpes suizos, y merced á una persecución activa y continua, sin restricciones de ninguna clase, la gamuza es hoy bastante rara; en cambio, en los Alpes bávaros y austriacos, donde se halla protegido por la veda, abunda mucho más, hasta el punto de que no dejan de encontrarse manadas de 40 á 60 animales, aunque se matan cada año algunos centenares de ellos. Su caza se practica en el verano, pero más especialmente en el otoño, ó sea la época de los celos; en ciertas posesiones de nobles austriacos salen juntos varios cazadores, apostándose en sitios determinados y esperando á las reses, que se encargan de levantar ojeadores muy experimentados; pero, por regla general, sólo persiguen la gamuza cazadores aislados, que necesitan ser avezados é intrépidos montañeses.

Partiendo, mucho antes de romper el día, del cortijo más inmediato al paraje de caza, donde llegara el día anterior, el cazador sale en busca de la res, adoptando desde el primer momento todas las precauciones imaginables, para no ser visto ni oído. Se desliza silencioso por aquellas alturas, con el cuerpo doblado, buscando la cubierta de cualquier peña ó arbusto, y cuidando de no pisar siquiera una hoja seca ó una rama muerta, ni hacer rodar la piedra más pequeña, por temor de espantar con el ruido más leve al animal tan asustadizo que persigue, con lo cual el día estaría perdido. Si es bastante afortunado para llegar sin ser visto á tiro de bala de la gamuza, descarga acto continuo sobre ellas, y con

ojo certero, el mortífero proyectil. En muchos casos, sin embargo, sólo hiere al animal, que huye dejando un rastro sangriento; y entonces empieza la segunda parte de la faena, más difícil y peligrosa que la primera, esto es, la persecución

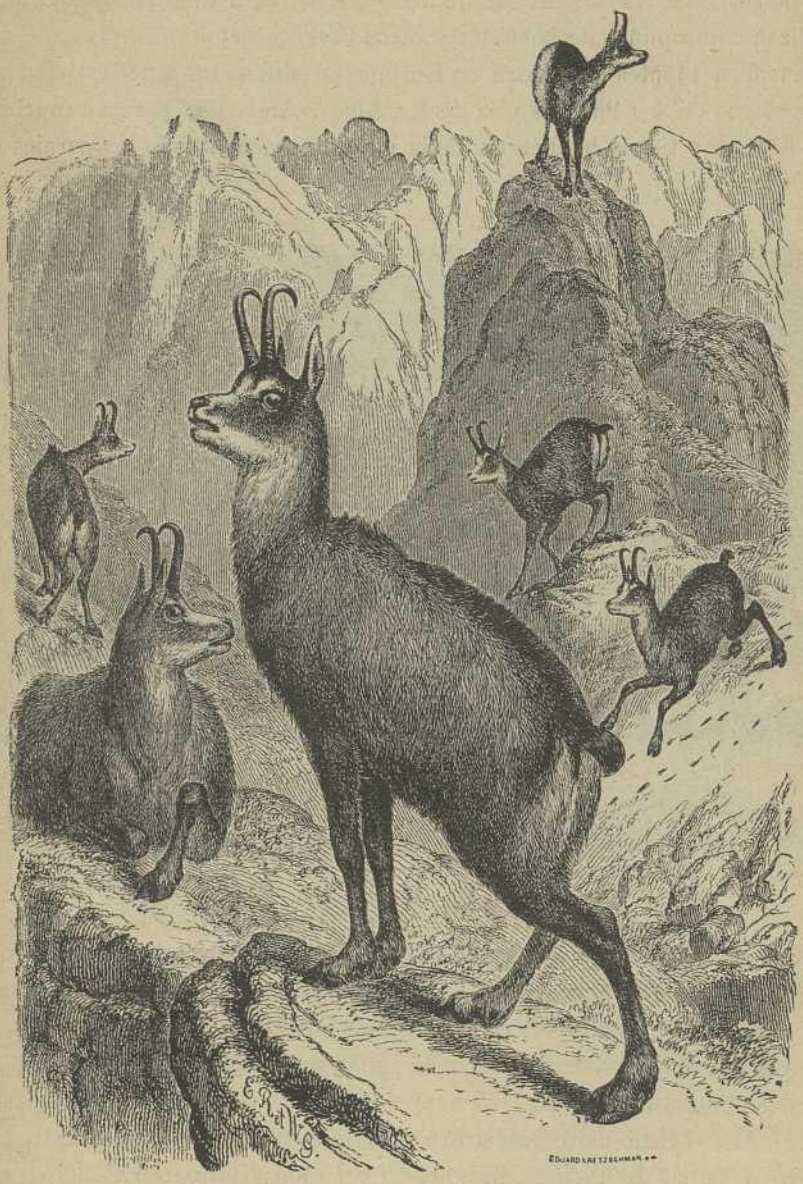


Fig. 303.—Gamuzas en los A'pes.

de la pieza herida á través del terreno más escabroso que darse puede; tanto que á cada momento corre peligro el cazador de estrellarse en el fondo de un precipicio, desgracia que á veces acontece. Muerto al fin, y alcanzado el animal, el cazador corta un pedacito de la piel, poblada de largos pelos, que cubre el

espinazo, y lo fija en su sombrero, pues se mira en los países alpinos como el trofeo más honroso. La carne de la gamuza es delicada; pero se caza principalmente por su piel, que se estima mucho para la manufactura de guantes, calzado, bolsas, etc.; los bonitos cuernecitos de este animal, arqueados y negros, se utilizan como puños de bastones y otros varios objetos.

La cabra montés se conoce en Europa en diferentes especies, siendo las principales la de los Pirineos y la de los Alpes. Ambas se parecen mucho á la cabra común, y tienen los hábitos de la gamuza, frecuentando los parajes mon-



FIG. 304.—Jabalina con cría.

tañosos más abruptos, y ofreciendo su caza dificultades y peligros análogos. La conservación de este animal en los Alpes piamonteses se debe al rey de Italia Víctor Manuel, uno de los cazadores más intrépidos de nuestros tiempos; en los Alpes suizos ya no se encuentra la cabra montés, no habiéndose visto ninguna hace muchísimos años.

El jabalí.—Este animal silvestre, del que trae su origen nuestro cerdo doméstico, se hallaba todavía diseminado por toda Europa en el siglo pasado, salvo en la Gran Bretaña, donde ya entonces había desaparecido por completo. Actualmente se va haciendo cada vez más escaso en nuestro continente, porque los daños que causa son incompatibles con los adelantos modernos, y se le persigue, por lo mismo, con actividad; tanto más, cuanto que la jabalina (figura 304) es bastante fecunda, si bien no tanto como la puerca deméstica. El macho

de cierta edad se distingue por sus grandes y afilados colmillos, encorvados hacia fuera, que le ofrecen un poderoso medio de defensa y hacen que su caza no esté exenta de peligro para los perros y aun para los cazadores. Cuando está en celo busca á la hembra, la sigue y acompaña durante un mes próximamente en los bosques espesos y solitarios; entonces es más fiero que nunca, y se pone feroz cuando otro jabalí quiere ocupar su puesto, originándose, á veces, con tal motivo, riñas de muerte. La jabalina, por su parte, como la mayoría de las hembras de especie silvestres, se pone furiosa cuando sus hijos son atacados.

«Hácese la caza del jabalí, dicen Renard y Villalta, á viva fuerza con perros, ó bien matándolo por sorpresa durante la noche con la claridad de la luna; pero como su fuga es lenta y además deja donde pasa un olor muy fuerte, y se defiende de los perros hiriéndoles siempre de peligro, no conviene hacer esta caza con buenos podencos, destinados á la caza de ciervos y corzos, pues esta de los jabalíes les echaría á perder el olfato y les acostumbraría á correr con lentitud. Unos buenos mastines, enseñados medianamente, bastan para cazar el jabalí. Es menester no atacar sino á los más viejos, los cuales se conocen fácilmente en las huellas. Un jabalí de tres años es muy difícil de cazar, porque corre á mucha distancia sin detenerse, mientras que los jabalíes de más edad no huyen muy lejos, se dejan perseguir de cerca, no temen mucho á los perros, y suelen detenerse para hacerles frente. De día se mantienen ordinariamente en sus querencias en lo más espeso del bosque, y de noche salen á buscar su alimento. Por el verano, cuando están los granos maduros, es fácil sorprenderlos en los trigos y avenas, á que acuden todas las noches.

»Cuando el jabalí está herido por una bala que le haya entrado por un brazuelo, ó por los riñones, pues la bala no le detiene si sólo le entra en el vientre, es preciso, para impedir que acosado hiera á los perros, lanzarse audazmente á él, y rematarle á tiros antes de que le embistan los perros. Si para salvar los perros del furor de un jabalí acosado, los cazadores se deciden á caer sobre él, sea siempre con armas seguras. Si el animal se dirige al cazador, espérelo con pie firme, apunte con calma al pecho, tírele y salte á un lado para hundirle la bayoneta en la paletilla á su atropellado paso, si no hubiera quedado muerto, pues debe estar convencido el cazador, en este momento crítico, de que si no remata al bruto, el bruto se vengará de él. Pero puede precaverse el peligro no aventurándose á este azar aisladamente, sino de acuerdo y protegidos mutuamente dos cazadores, de cuya manera se da buena cuenta del más fiero jabalí. La caza de este animal es tan divertida como útil, pues además de los suculentos despojos del combate, se favorece al laborioso cultivador, á quien tantos perjuicios causa el jabalí en sus viñedos y sembrados».

El oso, el lobo y el zorro.—Entre los animales fieros que la civilización ha ido relegando cada vez más á parajes los más solitarios é incultos, tenemos el oso común y el lobo, que antes eran frecuentes en Europa, pero que hoy sólo se

conservan en algunos países. La caza del oso tenía en otros tiempos mucha analogía con la del jabalí, pues se le perseguía con perros de presa ó mastines, acompañados por cazadores á caballo, armados de lanzas ó arcabuces. También solían cogerse los osos en trampas, esto es en hoyos excavados en el suelo y que se cubrían con ramas, sacándolos vivos y sin lesiones, para después ofrecer el espectáculo de un combate, en un cercado, entre osos y perros. Actualmente se persigue al oso en Transilvania, Galitzia y Hungría, ora en el invierno después de caer nieve fresca, cuando mejor se le sigue la pista, yendo los cazadores en grupo, armados de escopetas y acompañados de ojeadores y perros; ora en el verano, acechando al oso cerca de los sembrados de avena, en los que suele buscar el alimento durante la noche. En Rusia suele acometerse al oso durante el invierno, en medio de la selva, con poderosos mastines (fig. 505), rematándolo con la bala; y á veces se atreven á ello cazadores aislados, sin perros, siguiendo la pista del animal hasta dar con él y matarle de un tiro; este método es bastante expuesto, pero tampoco está exenta de peligro para hombres y perros la caza del oso en montería. El oso se caza principalmente por su piel, que se halla mejor poblada de pelo durante la época del celo, ó sea á la caída del otoño; además se aprecia mucho su grasa para diversos usos, y se come también la carne de los osos jóvenes, su cabeza se adereza como la del jabalí, y los gastrónomos apetecen más especialmente las manos. En el Canadá se cogen y ceban los osos pequeños con el sólo objeto de comerlos. En otros tiempos utilizaban los cosacos rusos las tripas del oso, limpias y extendidas, en lugar de cristales en sus ventanas.

En los países del Norte, como Rusia, donde todavía abundan los lobos, se los caza en montería, con ojeadores y perros, ó bien acechándolos en determinados sitios donde, para atraerlos, se echa previamente el cadáver de otro animal. Menos frecuente en los parajes meridionales de nuestro continente, el lobo sólo es objeto de persecución, cuando, como sucede á veces en el invierno, el hambre le hace sagaz y atrevido, y sale de los bosques para acometer á los animales domésticos, especialmente á los corderos y cabritos; entonces suele recorrer de noche los campos, girando alrededor de las poblaciones, y, en fin, cuando la necesidad es extrema, acomete á mujeres y niños, y aun al hombre. En tales casos es tanto más peligroso, cuanto que se parece mucho al perro; es tan listo como cobarde, y engaña, por consiguiente, fácilmente á las gentes desprevenidas.

«Para desconcertar al lobo se necesita un buen perro, y también animarle y excitarle cuando encuentra el rastro, porque todos los perros le tienen aversión y lo siguen flojamente. Cuando se ha levantado el lobo, se previenen los ventores que le han de dar caza, dividiéndoles en dos ó tres secciones, de las cuales se emplea una en levantarle, y se colocan las otras adelante para estar de parada. Los primeros se sueltan desde luego para que lo sigan, acompañados de un

hombre á caballo; se sueltan los segundos á setecientos ú ochocientos pasos más adelante, cuando el lobo va á pasar, y después los terceros cuando los demás



FIG. 305.—Caza del oso en Rusia.

perros empiezan á alcanzarlo y fatigarlo. Toda la montería junta lo rinde bien pronto, y entonces el montero lo acaba con la bayoneta. Puede cazarse tam-

bién al lobo con podencos; pero como siempre parte derecho y corre todo un día sin cansarse, esta caza es molesta, á menos que los podencos estén sostenidos por galgos que lo alcancen y fatiguen, dándoles así tiempo para acercarse. En las tierras llanas se hacen las batidas á fuerza de hombres y mastines; se arman celadas, se disponen cepos, se abren hoyos y se esparcen bolas envenenadas; todo medio es lícito contra semejante fiera, que ni viva ni muerta es útil al hombre, no pudiendo aprovecharse ni siquiera su piel».

El zorro es otro animal dañino, que se persigue activamente en Europa, siendo proverbial su astucia, ora para burlarse de sus perseguidores, ora cuando caza por cuenta propia, introduciéndose de noche en los cortijos para llevarse alguna presa, ó bien sorprendiendo los lebratillos, perdices, codornices, etc., y destruyendo así gran cantidad de caza menor. Pero tambien le gustan los huevos, la leche, el queso y las frutas, especialmente las uvas; de suerte que es capaz de causar muchos perjuicios en las haciendas, á cambio de los cuales el único bien que nos hace consiste en cebarse en ratones, turones, culebras, lagartos y otros bichos parecidos, cuando no encuentra cosa mejor. Su caza es más fácil y divertida que la del lobo, pues todos los perros le persiguen voluntariamente. Cuando se siente perseguido, corre á su vivar, y si se tienen pequeños pachones de piernas torcidas no es difícil coger una camada entera de zorras, pues mientras el pachón la emprende con el zorro, el cazador puede descubrir la madriguera por la parte superior y sacar los hijos con tenazas. Sin embargo, muchas madrigueras se hallan demasiado profundas ó escondidas entre peñas y troncos, y no siempre se tienen perros á propósito para dicho modo de caza; en tal caso, y aprovechando la ausencia del zorro, se tapa la boca de la madriguera, se ponen los cazadores á tiro y se atraílla con los perros, recibiendo el zorro una descarga al retirarse hacia su guarida; si huye, se lanzan tras él los podencos. También se puede obligar al zorro á salir de su madriguera, ahumándolo; pero lo más común es armar trampas ó lazos que se ceban con carne ó aves vivas, y en los que el animal queda cogido. En Inglaterra se caza el zorro á caballo con gran número de perros de una casta especial, persiguiéndole á carrera tendida por las campiñas durante el invierno; caza que allí constituye una diversión predilecta de las clases superiores, que gastan mucho dinero en la cría de perros y caballos á propósito.

LA CAZA MENOR

La liebre y el conejo.—Estos dos animales constituyen la llamada caza de pelo, en contraposición á la caza de pluma, ó sea la de aves. Merced á su fecundidad, la liebre se multiplica rápidamente á pesar de la persecución continua de que es objeto; pero aunque no escasea en ciertas partes de nuestro país, abunda mucho

más en el Centro y Norte de Europa, como, por ejemplo, en las fértiles llanuras del Rhin, en Sajonia y Bohemia, donde no es raro que una partida de cazadores mate en un día de 700 á 1.000 liebres, alcanzando las mayores un peso de siete kilogramos. La liebre hace su cama debajo de una mata, de un cepo ó en medio de un surco, sin excavar madriguera, y allí duerme la mayor parte del día, andando errante por la noche.

Para cazar la liebre con podencos es preciso que el tiempo sea fresco y húmedo, pues con calor y viento seco no la ventean los perros, y aun así su faena no es fácil, dadas la ligereza de su víctima y las astucias de que se vale para sustraerse á la persecución. Sin embargo, la conformación de sus ojos no le permite ver directamente por delante, y suele venir derecha al cazador, que entonces puede tirarle fácilmente. La liebre se caza también en terreno llano con lebreles que, sin tener olfato, la siguen á la vista y la dan pronto alcance, zarandeándola y matándola. Se matan asimismo muchas liebres al acecho, desde Abril á Septiembre, apostándose el cazador por la tarde á orilla de un bosque, y esperando que el animal salga al campo á pastar; ó bien esperando de madrugada cuando vuelve á su cama. Durante el invierno, cuando la tierra está cubierta de nieve, se sigue fácilmente á las liebres por su pista, sorprendiéndolas en sus camas (fig. 306); pero hay que tener presente que este animal, temiendo siempre la persecución, tiene la costumbre de confundir sus huellas, yendo y viniendo repetidamente en todas direcciones, y luego, pegando un gran salto, va á encamarse á corta distancia, detrás de un terruño ó una mata.

Más fecundo aún que la liebre, el conejo del campo constituye en muchas comarcas, especialmente del Mediodía de Europa, una verdadera plaga, socavando el terreno con las excavaciones de sus extensas madrigueras y royendo las plantas de cultivo y la corteza del arbolado de las selvas. Pero su caza ofrece al tirador un ejercicio excelente, ora yendo él solo al acecho, de madrugada ó á la caída de la tarde, ora levantando la caza con podencos en los días buenos cuando el conejo reposa entre las breñas y matas próximas á su madriguera, ora obligándole á salir de ésta quemando alguna paja en una de sus bocas y ahumando los subterráneos. También se caza el conejo con el hurón amansado y enseñado, haciendo que penetre en la madriguera, y colocando redes delante de las demás entradas; ó bien sin servirse de redes, en cuyo caso se matan los conejos á tiros al salir de su retiro. Por último, esta caza se hace acudir al sitio del acecho por medio de un pito ó reclamo que imita su chillido.

Caza de pluma.—Entre las aves comestibles que más se cazan en España, citaremos la perdiz, la codorniz y la becada, que se persiguen con la escopeta cargada de perdigones y un perro buen ventor, prefiriéndose generalmente el braco (fig. 307), que es la raza que mejor conserva su olfato en el verano y aun en la vejez, y el llamado *pointer* (nombre inglés) ó perro de punta, que no ventea tan bien como el braco cuando el tiempo es poco favorable y el terreno seco.

Se conocen en Europa varias especies de perdiz, siendo la pardilla *(Perdix cinerea)* la más común, puesto que se encuentra desde la Escandinavia, en el Norte, hasta el límite meridional de la zona de los cereales, abundando más especialmente en el centro del continente; mientras que la perdiz real, ó roja *(Caccabis rubra)*, que es mayor que la pardilla, tiene rojos el pico y las patas, y es un ave más hermosa, aunque de carne menos sabrosa: es propia de la Europa



Fig. 306.—Caza de la liebre.

meridional, especialmente el Mediodía de Francia y nuestra Península y del Norte de Africa. Ambas especies se cazan con perdiguero y con reclamo; pero al vuelo la perdiz roja es más dificultosa que la pardilla, porque si se la levanta en bajo, gana rápida y casi verticalmente las cumbres, y si en alto, se precipita abajo con tal celeridad que desconcierta al más hábil tirador. Cuando las perdices rojas son activamente perseguidas, procuran guarecerse en la espesura de un bosque, y si no pueden lograrlo por estar fatigadas, suelen pararse en los árboles, lo que no hacen nunca las pardillas. En este caso es fácil tirarles dos ó tres veces antes de que se determinen á levantarse de nuevo. En la caza con reclamo vivo, tan común en España, se lleva al campo una hembra enjaulada,

se elige el sitio más ventojoso, que debe ser solitario para que nadie espante la caza, y despejado en cierta extensión para no dificultar el tiro, y se hace con piedras y broza el puesto en que ha de ocultarse el cazador, después de colocado el reclamo en el lugar conveniente, ora en la jaula misma, ora en cierta libertad, es decir, atada de una pata por medio de un anillo de cuero. Cuando empieza á cantar el reclamo, las perdices machos que hay en las cercanías le contestan; luego acuden volando, ó andando, y el cazador no tiene más que disparar cuando se ponen á tiro; aunque la detonación ahuyenta á las que no



FIG. 307.—Braco.

han alcanzado los perdigones, en volviendo á cantar la hembra vuelven los machos al reclamo y puede el cazador tirarlos de nuevo. Esta caza sólo es practicable durante el crepúsculo de la mañana ó de la tarde.

La codorniz pertenece á un género del que se conocen pocas especies, siendo la más ordinaria la *Coturnix communis*, que tiene su asiento en el Africa septentrional, emigrando desde aquí, en el mes de Mayo y en grandes bandadas, hasta el Cabo de Buena Esperanza, al Sur, y Suecia, al Norte, y volviendo á mediados ó fin de Septiembre, aunque, por cuanto á España se refiere, algunas codornices quedan de asiento en este país. Viven en los trigos y cultivos de cáñamo, trébol, alfalfa, etc., y se cazan con perro y escopeta, como las perdices, ó bien con reclamo y red.

La becada *(Scolopax rusticola)* (fig. 308), que también llamamos chocha, picona y gallina ciega, es natural del Norte de Africa y Mediodía de Europa, visitando durante el verano los países septentrionales de nuestro continente. Se caza de muchas maneras, pero la más común es con perdiguero en los tallares;

al perro se le pone un cascabel, á fin de saber siempre dónde está, y se sigue por las claras mientras él bate la espesura. El ave no se levanta sino á hocico de perro, y á veces á los mismos pies del cazador, batiendo ruidosamente las alas y dejándose caer pesadamente, pionando después con ligereza durante algún tiempo; pero su vuelo ofrece tanto reposo á la puntería, que no es difícil tirarle.

Un ave muy apreciada por su carne es la ortega ó polla del bosque (*Tetrao Urogallus)*; es la mayor de nuestras aves de caza comestibles, puesto que alcanza una altura ó longitud de un metro y un peso de seis kilogramos, siendo natural

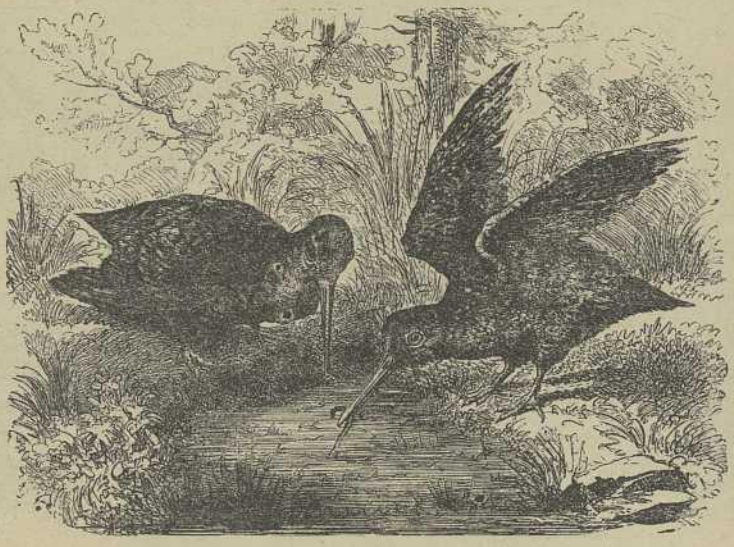


FIG. 308.—Becadas ó gallinas ciegas.

del Norte de Asia y Europa, así como de las regiones montañosas del Centro de ésta. La ortega sólo se posa en el arranque de las grandes ramas de los árboles, especialmente del abeto, donde la busca el cazador durante la época del celo, en la que el ave, tan tímida y prudente en otros tiempos, apenas ve ni oye. Hay que procurar primero, al entrar la noche, averiguar el árbol en que se ha posado una ortega para dormir, y entonces, de madrugada, antes de rayar el día, se acerca el cazador silenciosamente hasta 150 ó 100 pasos de dicho árbol; aquí espera hasta que la ortega entona su canto especial, muy parecido al ruido que se produce afilando una guadaña, y aprovecha el ruido para avanzar algunos pasos (fig. 309), volviendo á pararse y luego á adelantar cuando se repite, hasta encontrarse á tiro del ave.

Otra ave de caza notable por su tamaño y peso, es la avutarda *(Ortis tarda)*, que es bastante común en el Centro de Europa, viviendo en agujeros en medio de prados y trigos; su caza, lo mismo que la de la avutarda menor *(Ortis etrax)*, que es mucho más pequeña que la anterior, y tiene su asiento en Cer-

deña, Sicilia y el Norte de Africa, es muy difícil, á menos de emplear artificios, pues dichas aves se ponen en seguida fuera de alcance de la escopeta.

El faisán común *(Phasianus Colchicus)* procede originariamente del Cáucaso, hallándose ya aclimatado en toda la Europa templada, donde es objeto prefe rente de la caza, en vista de lo sabroso de su carne. Vive en los bosques, de los que sale á veces á los rastrojos y sementeras recientes en busca de alimento, y en una y otra parte le persigue el cazador, ora al acecho, á la caída de la tarde, tirándole en el árbol donde se posa para dormir, ora con perro y escopeta, del mismo modo que la perdiz. El precio relativamente elevado que se paga por esta ave en los mercados, ha dado lugar á su domesticación y cría en las llamadas faisanerías, que se pueblan al principio buscando en el bosque los huevos del faisán silvestre, y valiéndose para su incubación de gallinas cluecas.



Fig. 309.—Caza de la ortega.

Además de las aves referidas, de la paloma torcaz y la tórtola, se persiguen diferentes pá jaros, comprendidos bajo la denominación de «caza menuda», como el zorzal, la alondra, el hortelano, etc., muy apreciadas por los gastrónomos. Semejante caza suele hacerse por medio de lazos (fig. 310) y otros artificios pero como este modo resulta más destructivo que la caza con escopeta, la ley proscribe justamente todos los armadijos ó trampas, que en manos de los ignorantes despoblarían el país de pájaros útiles á la agricultura. «Todo cazador digno de este nombre, como con razón dicen Renard y Villalta, desdeña los pájaros que no son buenos para el plato, pues son incansables destructores de

las orugas, de las langostas, de las hormigas, de los gusanos y todos los insectos nocivos á las plantas, prestando así un gran servicio al agricultor, al jardinero y á todos los aficionados á la belleza del campo». En cambio persigue el cazador, con la escopeta ó con artificios, las aves carnívoras ó de rapiña, como buitres y azores, que son los enemigos declarados de la caza de pluma y de esos pájaros útiles.

La caza de las aves acuáticas, como el pato silvestre, la clangula, la fulga, el silbador, el tadorno, la sarcela común, el cisne silvestre y otros varios, y la grulla, garza real, garza roja, alcaraván, cigüeña, frailecillo ó ave fría, pluvial común, polla ó gallina de agua, gallineta ciega y cerceta, que frecuentan los parajes pantanosos, se diferencia algún tanto de la caza de aves terrestres propiamente dichas, por cuanto supone el empleo de escopetas especiales, muy largas y de gran calibre, llamadas *canardieras*, barquillos de caza de diversa construcción, y también perros á propósito, como el grifo ó grifón; aparte de esto, el cazador debe adoptar, respecto de su vestido y calzado, las precauciones necesarias para evitar las desagradables consecuencias de la humedad y malas emanaciones, y conviene que sepa nadar bien, para evitar desgracias fatales. No pudiendo entrar en pormenores referentes á la persecución de todas las aves acuáticas que acabamos de nombrar, nos limitaremos á dar alguna idea general del modo de proceder en esta caza especial, valiéndonos de los autores ya citados.

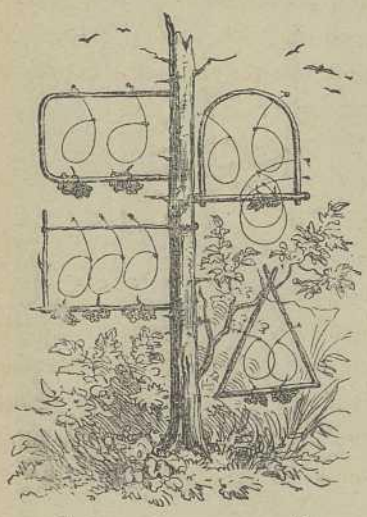


FIG 310.—Lazos para coger pájaros.

Desde el amanecer debe hallarse el cazador en su barquilla y sitio á que, por lo regular, acude la caza; observará atentamente en todas direcciones, y cuando descubra una bandada de aves, dirigirá hacia ella su embarcación. Si se halla á mucha distancia, ayudará al batelero para ganar tiempo, avanzando en línea recta, para que las aves no vean más que el frente del batel, disminuyéndose así las probabilidades de espantarlas. Estando ya á buen alcance, dejará los remos para servirse de las armas, cuidando siempre de amenguar el bulto, ocultándose todo lo posible, hasta tendiéndose en el fondo del esquife; sólo la costumbre enseña á calcular con precisión el alcance y el momento crítico del tiro, pues el agua es muy engañosa; lo más seguro es seguir avanzando hasta que empieza á inquietarse la caza; pero si esto sucede sin que el cazador se encuentre todavía á tiro, debe parar su barco y permanecer sin movimiento hasta que las alarmadas aves vuelvan á sosegarse, y entonces seguir adelantando. Con la escopetas especiales de que hablamos se matan fácilmente de un solo

tiro diez ó doce patos, ora tirándoles en el agua, ora en el momento de levantarse; hay cazador experto que, en circunstancias favorables, tumba con una sola descarga de veinte á treinta patos y hasta cuarenta aves frías. Seguidamente es menester ponerse de rodillas en el esquife y avanzar á fuerza de remo para rematar más de cerca y con la escopeta ordinaria las aves heridas, antes de pensar en recoger las muertas; de otro modo se perdería la mitad de la caza; al mismo tiempo hay que seguir con la vista las que huyen al vuelo, por si cae alguna de las que van heridas, cosa que su cede frecuentemente. Todo el arte del cazador de agua consiste en saber acercarse á la caza, y esto sólo la experiencia puede enseñarlo. La caza en terreno pantanoso exige una precaución constante, sobre todo cuando no se conocen bien los parajes, pues fácilmente puede hundirse el cazador; además no cabe hacerla sin perro de muestra bien enseñado, que trabaje, sin precipitarse, al lado de su amo.

LA CAZA EN LOS PAÍSES LEJANOS

El cazador apasionado que no encuentra satisfacción en las selvas europeas, ó quiere perseguir animales extraños y más ó menos feroces, emprende un viaje á apartadas tierras, para lo cual le ofrecen los medios de comunicación actuales todo género de facilidades. Antes, semejantes cazadores eran casi exclusivamente ingleses; pero hoy emprenden también esas expediciones ricos alemanes y austriacos.

Entre los espectáculos más grandes que se dan en países lejanos, debemos mencionar las partidas de caza de los príncipes indios; en especial daremos algunas noticias acerca de las grandes cacerías que se organizaron el año 1876 en la India, en honor del príncipe de Gales, y que dan una idea del modo cómo se cazan allí los tigres, elefantes y otros animales semejantes. En el mes de Febrero de dicho año se trasladó el príncipe desde Agra al Terai, una extensa zona de sabanas á orilla de las inmensas selvas al pie de la cordillera del Himalaya, y entre cuyas hierbas, que se alzan hasta el pecho de los mayores elefantes, suelen encontrarse de ordinario los tigres, leopardos y otras fieras semejantes. La comitiva del príncipe inglés consistía, además de varios príncipes indios y oficiales ingleses, en 1.000 indígenas y 70 soldados, 200 elefantes, 550 camellos, 220 caballos y 60 carretillas de bueyes. La caza se verificaba á manera de montería; al amanecer, después del desayuno, se levantaba el campamento, y mientras que los camellos, carretillas, etc., se dirigían directamente al lugar del campamento próximo, el príncipe y sus amigos se dedicaban á la caza; los elefantes, en número de 150, llevaban cada uno dos cazadores, sentados cómodamente en sillas especiales á manera de berlina, mientras su conductor

se sentaba sobre su ancho cuello; esta imponente cabalgata elefantina, digámoslo así, se dividía en dos ó tres grupos, cercaba un distrito determinado y avanzaba en semicírculo hacia el sitio en donde estaba apostado el príncipe, echando la caza por delante, siendo el primer animal que mató un leopardo; más adelante, en el distrito de Nepaul, dió muerte en un día á seis tigres, faena excepcional que se debió á que en dicho día se soltaron 700 elefantes á recorrer el monte, á guisa de ojeadores.

Los indígenas de las islas de la Sonda, los javaneses, los naturales de la América tropical, lo mismo que los buschmanos de Caplandia, persiguen las fieras con flechas ó dardos envenenados; pero no han faltado cazadores europeos apasionados que han logrado hacerse célebres, yendo á aquellas regiones apartadas y arrostrando los peligros de semejante diversión. Cuando los franceses ocuparon la Argelia en 1830, no les faltaron ocasiones para conocer de cerca al león, el rey del desierto, y acecharle en su territorio, y tanto las kabilas y tribus-árabes de aquel país, como los lectores europeos se han familiarizado con el nombre y las hazañas de Gerard, el famoso matador de leones, que propuso seriamente á su Gobierno la organización de grandes batidas periódicas contra las fieras africanas, fundándose en que los gastos quedarían compensados, de una parte, por el hecho de librar á la Argelia de una plaga que la amenaza constantemente, y por otra, con la venta de las fieras cogidas vivas para los Jardines zoológicos de nuestras ciudades; pero el Gobierno francés estimó la empresa un tanto extravagante.

Los cazadores africanos suelen combinar la persecución de las fieras carnívoras con la caza de los grandes paquidermos, como el elefante, el rinoceronte y el hipopótamo. Nuestros lectores conocen seguramente alguna que otra descripción de semejantes cacerías, tan abundantes en episodios conmovedores, y que se encuentran en tantos libros de viajes, de modo que no necesitamos entrar aquí en pormenores; recordaremos solamente, á este propósito, apellidos como los de Anderson, Cumming y Wahlberg, y los cazadores del marfil en el territorio del Nilo Blanco. En Africa se persigue al elefante casi exclusivamente en vista de sus colmillos, esto es, del marfil, acechándole en los sitios donde pace ó donde acude para beber; el cazador debe tener segura la puntería y saber elegir las pocas partes vulnerables del coloso, si no quiere exponerse á ser aplastado por él, pues sólo en determinados sitios penetra la bala de la mejor carabina en los órganos vitales del animal, rechazándola la mayor parte de la piel tan gruesa; y un tiro malogrado puede irritar al elefante lo bastante para que se vuelva furioso contra su perseguidor, dando prueba de una ligereza en el andar que parece incompatible con un cuerpo tan enorme y pesado. Los negros del Mediodía, cafres, buschmanos, hotentotes, etc., atacan al elefante en gran número, hiriéndole con dardos ó azagayas, en cuya faena despliegan mucha agilidad y destreza; los fannegas de la Guinea tienen la costumbre de cercar con lianas

(plantas trepadoras) los sitios en donde pastan de ordinario los elefantes, y los matan con dardos ó lanzas, desde la emboscada.

En la India y la isla de Ceilán suelen organizarse grandes cacerías para coger vivos muchos elefantes á un tiempo, con el objeto de domesticarlos. Se principia por cercar un espacio con una sólida empalizada de troncos, formando así una especie de corral de grandes dimensiones, con su correspondiente entrada; entonces recorren las gentes los bosques gritando, haciendo descargas de armas de fuego y tocando tambores, y obligando á los elefantes á huir en dirección del corral, donde á lo mejor se encuentran encerrados. Como el cerco no ofrecería la resistencia suficiente á un elefante que se empeñara en echarlo abajo, se mantienen á raya los animales por medio de fuegos durante la noche, y de día mediante palos pintados de blanco, ante los cuales retroceden; entre tanto, los cazadores penetran en el corral bajo la salvaguardia de elefantes mansos, que desempeñan aquí el mismo papel que nuestros cabestros en el encierro de los toros bravos, y traban con fuertes cuerdas las piernas de los elefantes silvestres, sujetándolos á los árboles que se encuentran dentro del recinto; después se amansan con facilidad, haciéndoles sufrir primero los rigores del hambre, y luego regalándolos y cuidándolos cariñosamente.

Además del marfil procedente del Mediodía de Asia, el africano desempeña en los mercados un papel importante; procede de la cuenca superior del Nilo, donde abundan los elefantes, y en parte también de Caplandia y Guinea. También se extraen anualmente de la Siberia cantidades no despreciables de marfil de mamut *(Elephas primigenius)*, especie de elefante que vivía en aquellas regiones septentrionales en tiempos prehistóricos, y cuyo esqueleto (á veces cubierto aún de carne y piel) se encuentra hoy enterrado en los aluviones helados de los ríos, de los que sacan los habitantes los colmillos en muy buen estado de conservación. Este hecho de preservarse, no sólo el marfil, sino también la carne de mamut, se debe sencillamente al frío tan intenso de esas regiones, y ha llamado desde antiguo la atención de aquellas pobres gentes, que, como nada entienden de causas físicas ni de geología, explican el fenómeno diciendo que el mamut es un animal particular que vive bajo tierra y se muere en el instante en que ve la luz del día. Nosotros sabemos que el mamut peludo, que se cuenta ya entre los animales completamente desaparecidos, andaba todavía por Europa en los tiempos antiquísimos, á que se remontan los primeros vestigios de la existencia del hombre, y que los géologos comprenden bajo la denominación de «período glacial», por hallarse gran parte de nuestro continente sepultada bajo los hielos, y nada tiene de extraño que, á pesar de los miles de miles de años transcurridos, se hayan conservado perfectamente algunos cadáveres de mamut en Siberia, puesto que allí el terreno se halla constantemente helado á gran profundidad bajo la superficie.

Esto nos trae á la memoria un caso curioso, que creemos interesante referir-

aun á riesgo de incurrir en una digresión. Hace unos veinticinco años que un sabio ruso, al explorar las desembocaduras del Obi y el Jenissei, descubrió en los hielos el cadáver entero de un mamut; cortó seguidamente varios trozos de la carne helada, perfectamente conservada, con las partes correspondientes de la piel, y metidos en una vasija llena de alcohol, los remitió á San Petersburgo. Poco tiempo después tuvo ocasión el que esto escribe de examinar un pedazo de dicha carne, con piel y todo, en casa del profesor Godet, de Neuchatel (Suiza), que acababa de recibirlo de un colega de la capital rusa; al día siguiente, y previa invitación, nos sentábamos con otros amigos á la mesa de dicho naturalista, y después de la sopa de rigor, se sirvió la mayor parte de aquella carne prehistórica de mamut, debidamente cocida, aunque sin condimento de ningún género, la que hicimos la ceremonia de comer con toda la solemnidad propia del caso, y con el clásico pan sin levadura de Jerusalén, que Godet se había traído de la Tierra Santa el año anterior y estaba, por lo mismo, tan duro como la madera. Aquella carne era de fibras muy bastas y carecía completamente de sabor, como generalmente sucede con las carnes heladas; salvo esto, estaba tan fresca como el día en que murió el animal, á pesar de una sepultura de muchos miles de años á orillas del Océano Glacial Artico.

El rinoceronte y el hipopótamo se cazan mucho menos que el elefante; su piel tan gruesa les protege eficazmente contra la bala, y el tiro que sólo hiere y no mata los irrita de tal manera, que el cazador puede verse en un trance muy desagradable. Los indígenas comen la carne de dichos paquidermos, que se parece bastante á la de vaca, y con tiras de la piel fresca hacen correas y látigos de montar; estos últimos constituyen un artículo de comercio.

Los demás ungulados silvestres se cazan principalmente por su carne y su piel, que la mayor parte de los pueblos convierte en cuero. En las montañas del Asia central abundan especies de cabra montés y oveja silvestre, y también se persigue con actividad en dichas regiones al almizclero *(Moschus moschiferus)*, que frecuenta los riscos más ó menos inaccesibles, siendo su caza casi tan peligrosa como la de la gamuza. El almizclero se busca para obtener el almizcle, sustancia olorosa apreciada en medicina y perfumería, y que segrega una glándula que se encuentra en los machos cerca del ano. Las especies mayores de ciervo del Asia central se cazan principalmente por sus cuernos, cuya sustancia se utiliza allí en el arte de curar, pagándose en China á elevado precio.

Los pueblos pastores de las estepas asiáticas practican todavía con afán la cetrería, ó caza con azores y águilas, persiguiendo de este modo, no sólo las aves, sino también ciervos, antílopes, lobos y zorros; los cazadores cabalgan en caballos lujosamente ataviados, llevando sus azores al puño, cubierta la cabeza de vistoso capirote, de suerte que estas cacerías recuerdan las nuestras de la Edad Media. Siguiendo su ejemplo, los oficiales del ejército inglés en la India

han vuelto á poner de moda la cetrería, en cuya diversión suelen entretenerse con sus señoras.

En dicho país se caza también el antílope por medio de leopardos domesticados al efecto. Los cazadores se colocan sobre carretillas tiradas por bueyes (figura 311), porque de estos animales no se asustan tanto los antílopes; los leopardos de caza y su conductor, ocupan también una carretilla, cubrién-



Fig 311.—Caza del antílope en la India.

doseles la cabeza con una montera ó capirote, lo mismo que el halcón en la cetrería, á fin de que no se lancen á la caza fuera de tiempo. Al aproximarse la comitiva á una manada de antílopes, se quita la montera á un leopardo y se le enseña la caza, sobre la que se lanza acto continuo; no la puede perseguir á larga distancia, de modo que si no hace presa en los primeros quinientos metros, el conductor tiene que ponerle la montera de nuevo, trasladándose los cazadores á otro paraje y volviendo á probar la suerte con otro leopardo; en cambio, si un leopardo logra alcanzar un antílope, hace presa en él con los dientes, reteniéndolo hasta que acuden los cazadores, que rematan la caza, recompensando al leopardo con un poco de sangre fresca; estas fieras

están tan bien amansadas, que no hay dificultad en separarles de su presa ni en colocarles la montera. En Arabia y África se caza el avestruz á caballo, persiguiéndole á carrera tendida hasta rendirle; y á veces se divierten los europeos corriendo de esta manera tras la gacela (fig. 312).

En el alto Asia es muy considerado el cazador que da pruebas de destreza en la persecución de varias especies de caballos silvestres, llamados allí *dschiggetais*. Estos animales son tan sumamente tímidos, asustadizos y prudentes, al par que tan veloces é inteligentes, que se necesita mucha práctica y una paciencia á toda prueba para cogerlos. En las sabanas ó pampas de la América meridional, los pastores que guardan las yeguadas, lo mismo que los que persiguen los caballos y ganado vacuno que han vuelto al estado salvaje, muestran gran destreza en el empleo del lazo y de las bolas, ó sean cuerdas más ó menos largas que terminan en un lazo corredizo ó en un par de esferas de piedra ó metal, que se tiran al cuello ó las piernas del animal perseguido, obligándole á pararse. Pero con las mismas armas ó artificios persiguen al guancho y los indígenas al puma y al jaguar, y cazan en las altillanuras de los Andes al guanaco y la alpaca, cuyas carnes aprecian tanto. En las sabanas de la América septentrional, el bisonte es la caza principal, de la que depende todavía en gran manera la existencia de tribus enteras indígenas. La destreza tan celebrada de los «pieles rojas» consiste principalmente en las mañas que emplean para acercarse á tiro de flecha á dicha caza, faena bastante difícil en aquellas llanuras; los cazadores se revisten al efecto de pieles de búfalo y de ciervo, y saben imitar perfectamente el modo de andar de estos animales, con lo cual logran engañar al bisonre.



FIG. 312.—Caza de la gacela en Africa.

En el Africa occidental, en el Brasil y otros países tropicales donde abundan los animales, la caza de especies raras ó hermosas de mamíferos y aves, es objeto actualmente de la especulación y base de un comercio importante, toda vez que, tantos los Museos como los Jardines zoológicos, pagando precios bastante elevados los buenos ejemplares, ora consistan en animales vivos, ora en sus pieles ó esqueletos. Pero el artículo comercial más importante, tratándose de caza, lo constituyen las diferentes pieles de abrigo, tan apreciadas por los habitantes de las regiones relativamente frías del globo, por lo que dedicaremos algunos párrafos á la caza de los animales correspondientes.

Los comerciantes de pieles las clasifican en raras y ordinarias, es decir, de pelo más ó menos fino ó basto, juzgando de su calidad á ojo de buen cubero, como suele decirse, sin valerse para ello, que sepamos, del cirrómetro, instrumento que sirve, como indica su nombre, para medir el grueso del pelo, y que se emplea más especialmente en la clasificación de las lanas de oveja, correspondiendo una de sus divisiones ó grados á la quintomilésima parte de un milímetro.

El pelo de la cabeza humana, por ejemplo, tiene de 30 á 40 de esos grados; la lana de oveja basta, 20; la mediana, 12, y la más fina de merino, de cuatro á seis grados. Distínguense además en las pieles los pelos cortos fundamentales y los largos, que son, por lo general, más duros; una piel fina debe tener pelos largos, finos, suaves y brillantes, que se tienden uniformemente cuando se pasa la mano sobre ellos.

Dos son las regiones de las tierra en que se halla desarrollada más especialmente la caza que tiene por objeto obtener de pieles abrigo, y son la Rusia asiática septentrional, ó sea la Siberia, y el territorio de la bahía del Hudson, al Norte del Canadá.

Entre las pieles rusas ó sibéricas, ocupa el primer puesto la de la marta ó cebellina *(Mustela martes)*, pequeña fiera de la familia de las mustélidas, cuyo color varía bastante, según la comarca, la edad y la estación del año. Los matices predominantes son el pardo negruzco y el negro; la marta plateada ostenta algunos pelos de un blanco muy brillante, mientras que la llamada marta dorada los tiene de color y brillo del oro. Las pieles más apreciadas son las que tienen un matiz azulado, pagándose la pieza á más de cien rublos (450 pesetas). Pero no sólo éstas, sino las de marta en general, constituyen un monopolio de la corona rusa; muchos de los pueblos semibárbaros de Siberia abonan los impuestos al Gobierno en forma de dichas pieles, y es también obligación de bastantes desterrados á aquellas regiones inhospitalarias la caza de la marta y la entrega de cierto número de pieles cada año. El animal es de suyo poco común; pero merced á esta persecución tan activa y continuada, ha desaparecido casi por completo de algunas comarcas más frecuentadas, de modo que es absolutamente preciso ir á buscarlo en distritos muy apartados. En esta caza, como ocu-

rre en la de todos los animales de piel de abrigo, el cazador procura evitar las heridas que pudieran dañar la piel, por lo que la marta se coge generalmente en trampas ó con lazos.

Otro animal de la misma familia es el armiño *(Putorius ermineus)*, cuya piel tenía antes mucho más valor que en la actualidad, estimándose más especialmente la blanca de invierno con la punta del rabo negra. El armiño se imita en Rusia con la piel del llamado *laschitz* ó *laski*, que es una especie de comadreja, y en Alemania se emplean mucho al mismo efecto las pieles de conejos blancos, que desempeñan un papel importante en el comercio; son muy buscadas las plateadas y de color pardo claro, vendiéndose anualmente, sólo en Alemania, unas 250.000 docenas.

De Siberia se exportan todos los años grandes cantidades de pieles de una especie de ardilla, cuyo pelo de invierno tiene un bonito color gris plateado; desde Jeniseisk, Irkutsk, Jakutsk y Saccamenoy llegan á Europa inmensos cargamentos, y sólo en Leipzig y sus alrededores se preparan todos los años más de millón y medio de dichas pieles, que se envían luego á Polonia, Francia, Italia y América. Se encuentran además ardillas de matices blancos y negros, cuyas colas se venden como de armiño; y muchos de los pelos largos de martas, ardillas y otros animales análogos se utilizan en la fabricación de pinceles finos. La piel del iltis de Siberia *(Putorius foina)*, que se conoce en el comercio bajo los nombres de *kolonok*, *kalinka* ó *kulonki*, es menos apreciada que las anteriores, y lo propio sucede con la del glotón *(Gulo borealis)* y del oso, que ostentan generalmente hermosos colores y brillo, pero cuyos pelos son bastos.

Los grandes territorios norteamericanos que se extienden desde el Labrador y la bahía del Hudson al Pacífico, y desde Canadá al Océano Glacial, constituyen todavía inmensos campos de caza. En ellos buscaron el sustento, con arco y flechas, desde muy antiguo, diversas tribus indígenas, valiéndose, cual los «pieles rojas» arriba citados, de diferentes mañas y artificios para la persecución en campo raso de animales asustadizos. En el año 1670 cierto número de ingleses se constituyeron en Sociedad mercantil para comprar pieles procedentes del territorio de la bahía del Hudson, y consiguieron del rey Carlos II un privilegio respecto del mismo, esto es, sobre una región de unos siete millones de kilómetros cuadrados, que se considera como perteneciente á Inglaterra. El interés en aquella especulación subió de punto cuando el capitán Cook descubrió en la costa occidental de la América septentrional la nutria marina (fig. 313, *Enhydris marina)*, cuyo precioso pelaje, en unión con otras pieles diversas, compró en gran cantidad de los indígenas, por precios ínfimos, vendiéndolos después en China y realizando pingües ganancias. Durante mucho tiempo iban á aquel territorio aventureros de todas las naciones, con el objeto de cazar castores, zorros, ratas almizcleras, ciervos, osos, etc., proporcionando á los comer-

ciantes en pieles tantos productos como á los novelistas materiales para sus cuentos; algunos sostuvieron una guerra continua contra los indígenas, mientras que otros se hicieron amigos de ellos, acabando por asimilarse su vida y costumbres. El año 1783 constituyeron varios comerciantes canadienses la llamada Compañía de pieles del Noroeste, y entre sus miembros y los de la Sociedad inglesa de la bahía del Hudson, se desarrolló una competencia que rayó en enemistad y en una verdadera lucha, que terminó en 1821 con un arreglo amigable y el compromiso mutuo de respetar derechos adquiridos. En las relaciones

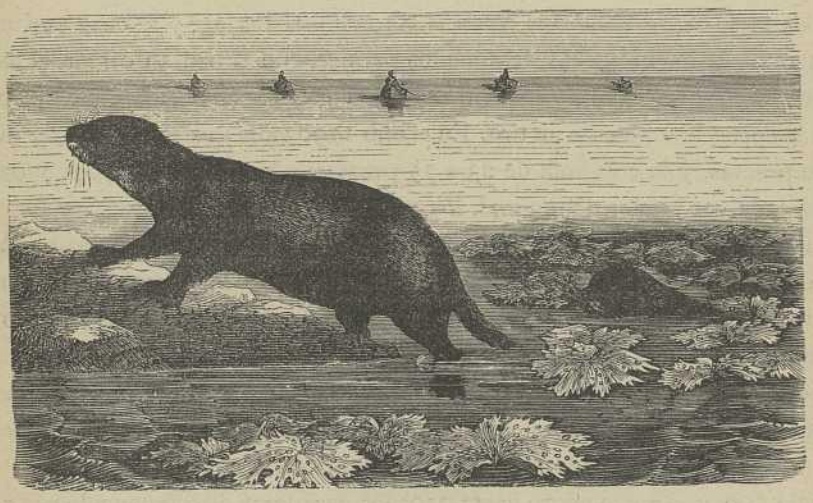


FIG. 313.—Nutria marina.

entre cazadores y comerciantes se adoptó la piel del castor como unidad monetaria; una de estas pieles equivalía á dos de marta y á diez de rata almizclera, por ejemplo, mientras que una piel de zorra plateada valía cuatro pieles de castor.

Como fácilmente se comprende, dichos comerciantes procuraban mantener á los cazadores en completa ignorancia respecto del valor de las pieles en los mercados europeos, y tenerlos, por lo mismo, bajo su dependencia, y les vendían artículos de manufactura europea á precios que pueden calificarse de usurarios, exigiéndoles cuatro pieles de castor por un abrigo de paño, veinte por una escopeta, dos por un cuchillo, etc. Los viajantes de las Compañías recorrían todo el territorio, recogiendo las pieles y depositándolas en los almacenes de los fuertes que hubo que construir en muchas partes para mantener á raya á los indígenas hostiles. Pero desde el descubrimiento del oro en California, la mayoría de los *trappers*, como se llaman aquellos cazadores, dejaron sus trampas y sus escopetas para coger la pala y la batea, de modo que la caza en los

territorios de la bahía del Hudson se practica hoy casi en exclusivo por los indígenas, ó sean los indianos americanos, como les llaman genéricamente los ingleses.

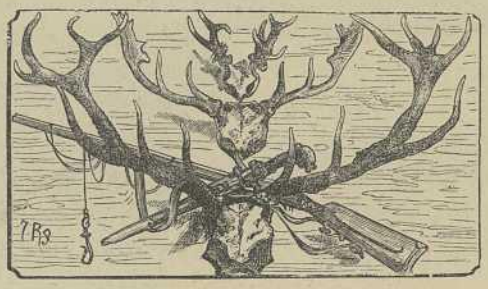
El animal de caza más abundante en aquel territorio es el castor, que se coge por medio de trampas puestas en las inmediaciones de sus chozas acuáticas. Aunque dicho animal no es, ni con mucho, tan frecuente como en otros tiempos, todavía se cogen hasta 30.000 en un solo año. Antes se esquilaba la piel y fabricaba con los pelos más cortos el fieltro tan fino, llamado castor; en la actualidad sólo se arrancan los pelos largos, dando así á la piel el aspecto de la de la nutria marina, que tanto se aprecia. Dicha nutria se encuentra en las costas occidentales, desde California hasta el estrecho de Bering, y se caza casi exclusivamente por los indígenas de aquellos parajes, que procuran cercar al animal con sus canoas (fig. 313), y cuando asoma la cabeza á la superficie del mar ó gana la costa, le matan de un tiro. En el año 1790 valía una piel de nutria de 350 á 550 pesetas, y la cola sola de 23 á 75 pesetas; pero desde entonces, y dada la rareza cada vez mayor del animal, los precios han subido todavía mucho más; en Europa una piel de nutria marina en perfecto estado de conservación vale hoy de 1.250 á 1.850 pesetas, según el tamaño, y es de advertir que el animal rara vez alcanza más de un metro de largo, sin la cola, que tiene unos 30 centímetros.

Se pagan también á elevados precios las pieles de ciertas especies de zorro, que se encuentran aislados en el Kamtschatka y la Siberia; el zorro blanco vale unas 12 pesetas, el llamado azul unas 70, el plateado con los pelos largos blancos vale 500, y el zorro negro hasta 950; los cazadores distinguen además zorros amarillos, rojos, grises, etc. La marta americana se aprecia menos que la asiática, porque su pelo es más basto; en cambio la piel del iltis de Virginia se estima mucho más que la de su congénere de Siberia. También tienen mucho valor en los mercados las pieles de dos mustélidas americanas, llamadas norka y minx, y la mofeta, ó zorrillo *(Mephitis Chinga)*, que excreta de una glándula especial un líquido de olor muy repugnante, tiene una piel muy estimada. Las pieles de la ardilla gris y del lince americanos valen menos que las procedentes de Siberia, pero se hace un comercio activo con las del mapache ó perro mudo *(Procyon lotor)*, que, según su estado, valen de 2 á 60 pesetas cada una; dicho animal se domestica y cría en América con el único objeto de aprovechar su pelaje.

Pocos son los animales de piel de abrigo que se encuentran en el hemisferio austral de nuestro globo. Los más estimados son las chinchillas, grande y chica, que viven en las regiones secas de Chile y Perú, así como en los Estados del Río de la Plata, y cuyas pieles son muy finas y suaves. Tienen hoy mucha importancia comercial las pieles de foca del Océano Glacial Antártico y de las partes septentrionales del Pacífico; pero no entramos en pormenores acerca de su

caza y la de otros animales marinos, porque á éstos les dedicamos un capítulo aparte en este tomo.

En cuanto á las fieras de la familia de los felidos, se cazan más bien en vista de ser dañinos, que por la utilidad que proporcionan sus despojos. El gato de las estepas asiáticas, y los gatos monteses de Siberia y del Canadá, tienen pieles bastante apreciadas para abrigo; mientras que las del león, tigre, pantera y leopardo se utilizan como tapetes y cobertores, pagándose muy bien cuando se hallan en buen estado y ostentan colores y dibujos hermosos.





EL AGUA Y SUS TESOROS

DESDE EL MANANTIAL AL MAR

El agua y su importancia.—Manantiales, ríos y lagos.—El mar y sus costas.—Exploración científica del mar.—Maury.—Profundidad del Océano y naturaleza de su fondo.—Constitución química de las aguas del mar.—Temperatura del mar.—Corrientes marinas y aéreas: ciclones y anticiclones, alisios y contra-alisios: velocidad de los vientos.—Corrientes ecuatoriales, del Golfo, etc.

De los cuatro elementos que, según el concepto de la Filosofía antigua, componían el mundo, el agua es el que ejerce en el ánimo del hombre las impresiones más diversas; pues en ella se esconde una potencia sin igual, que se nos manifiesta, ora como dispensadora generosa y risueña de la vida y la abundancia, ora como destructora y aniquiladora airada é implacable.

El agua, en su calidad de fuerza atractiva en la historia universal, reune en

torno de sí, como manantial, los habitantes errantes del desierto y las estepas; determinó la formación de los primeros Estados en las cuencas fluviátiles de Oriente, incluso Egipto; en su forma de mar Mediterráneo (la Thalassa de los antiguos), con sus costas tan sinuosas, dió margen al desarrollo de la vida griega, así como á la concentración tan grandiosa del imperio romano; y, por último, como océano que circunda la tierra firme y que reune en su seno todas las demás aguas del globo, secunda eficazmente al espíritu germánico en la obra de difundir la cultura por las regiones más apartadas. Pero además de este importante papel histórico, el agua influye poderosamente, y de las maneras más diversas, sobre toda la vida orgánica, animal y vegetal, mientras que sus propiedades singulares dan lugar, en la vida ordinaria, á contradicciones aparentes que no dejan de llamar la atención; podemos nadar en su superficie, lo mismo que flotan nuestros barcos, pero no la podemos pisar, es decir, no nos es dado andar por ella con el cuerpo erguido; podemos cogerla y, sin embargo, es transparente y carece de cohesión.

El filósofo Thales atribuía al agua el origen de la Tierra, y hace menos de un siglo que los geólogos estaban divididos en dos campos que, cual nuestros partidos políticos actuales, defendían con calor dos tesis contrarias, sosteniendo los llamados neptunistas que la formación de las rocas se debía exclusivamente al agua, mientras que los plutonistas la atribuían únicamente al fuego. Según la opinión que hoy se admite por la generalidad, toda la materia que encierra nuestro planeta se hallaba originariamente en forma de gases, cuyo enfriamiento paulatino y condensación dieron margen á la formación de la tierra firme primero, y después á la de las aguas que la bañan y envuelven en parte, contribuyendo á la separación, ó, desde otro punto de vista, á la unión de sus macizos más elevados. Mucho tiempo estuvo, sin duda, el hombre limitado á la tierra seca; pero al fin su inventiva le llevó á arrostrar los peligros de las aguas, y aunque al principio no se atrevía á alejarse de las costas, hoy surca ya con sus naves el Océano en todas direcciones, arribando á las tierras más lejanas y extrañas, mientras que una elevada cordillera puede determinar la separación completa de dos pueblos vecinos. Mas el agua no sólo contribuye á facilitar la comunicación entre regiones apartadas de nuestro globo, sino que viste y adorna su superficie; toda la vegetación le es deudora de su existencia, y las comarcas más pintorescas deben su encanto en muchos casos á las alegres corrientes de arroyos y ríos, al tranquilo y claro espejo de algún lago, ó á las olas inquietas del mar. Por último, miles de personas recobran su salud quebrantada merced á las propiedades benéficas de numerosas fuentes medicinales; de modo que no puede extrañarnos que los pueblos de la antigüedad venerasen el agua como elemento sagrado.

Cuando contemplamos un manantial que salta á nuestros pies, ¡cuántos pensamientos no se agolpan á la mente! Los orificios por donde brota el agua nos

permiten sacar deducciones acerca de los estratos del terreno vecino; las sales y los gases que contiene el agua nos ofrecen preciosas indicaciones sobre las rocas ó los minerales á través de los cuales ha pasado antes de salir á la superficie. Según que el agua ha estado más ó menos tiempo en contacto con la roca, y según la naturaleza de ésta, contendrá mayor ó menor cantidad de los componentes solubles de la misma; y de esta manera se va operando gradualmente una transformación ó separación, eliminándose del terreno las materias solubles en agua, y quedando las insolubles en forma de légamo, ó arena fina ó gorda. La presión hidrostática, una temperatura elevada, y la presencia de otras sustancias, del ácido carbónico, etc., contribuyen á enaltecer la propiedad disolvente del agua, y, por lo mismo, en las regiones volcánicas, donde las rocas más quebrantadas ofrecen al agua un acceso más fácil á mayores profundidades y donde las condiciones de la presión y temperatura son más favorables, los manantiales que brotan á la superficie contienen por lo común en disolución cantidades relativamente considerables de materias diversas. Aun en el invierno más riguroso de nuestras zonas, nunca se hielan las aguas de un manantial en la proximidad más inmediata de su punto de salida, porque siempre tienen una temperatura correspondiente á la de las profundidades de que proceden, y tardan, por lo menos, algunos momentos en enfriarse lo suficiente.

La montaña es la patria del arroyo, que según la estación del año, ó el estado meteorológico, lleva en su modesta corriente cantidades muy variables de agua en su lecho, también variable. Su fuerza juvenil é impetuosa tiene que acomodarse pronto al yugo del trabajo, poniendo en movimiento la rueda del molino y el martinete. Pocos arroyos desembocan directamente en el mar; al contrario, la inmensa mayoría de ellos aumentan con sus aguas el caudal de los ríos, perdiendo con las mismas, por regla general, su nombre primitivo. El río constituye una corriente más pausada y tranquila en un lecho más ó menos regular y fijo, y cuanto más largo es su curso y más gradual su desnivel hasta el mar, tanto más caudalosa es su corriente en la mayoría de los casos, pues le llevarán sus aguas tantos más afluyentes cuanto mayor sea la cuenca que le corresponde. De la diferencia en la extensión de lo que llamamos río, puede juzgarse recordando que el curso de nuestro Tajo no llega á 900 kilómetros, siendo aún más corto el del Ebro y del Guadalquivir; el Rhin recorre unos 1.370 kilómetros; el Danubio 2.840; el Hoangho (China) y el Misisipí (Estados Unidos), más de 4.000; el Amazonas, 5.200, y el Nilo, que es el más largo del mundo, 6.240, según los cómputos más recientes; la extensión de sus respectivas cuencas y sus caudales respectivos están en la misma proporción, hablando en términos generales.

Los lagos suelen considerarse como aguas estancadas; pero no debe tomarse esta expresión en su sentido estricto, pues semejante estancamiento es más aparente que real; aun las aguas del pantano más aislado se hallan en movimiento constante merced á la evaporación, y suelen dar prueba muy sensible de su

actividad en forma de los miasmas que desarrollan. Muchos lagos tienen uno ó más desaguaderos, y en bastantes casos no son en realidad otra cosa que un ensanchamiento desproporcionado del lecho de algún río. Semejantes lagos se presentan con frecuencia allí donde un río abandona su curso superior, montañoso, para penetrar en la llanura, y su formación, ó sea la excavación de su cuenca, es con freeuencia resultado de la acción poderosa de las aguas durante miles de años, si bien no puede aceptarse esa fuerza como explicación única y suficiente del fenómeno en muchas localidades. Pero sea de ello lo que fuere, es lo cierto que no pocos lagos se nos presentan como reguladores bienhechores, recibiendo en su ancho seno el exceso de aguas debido á las crecidas, rompiendo el ímpetu de una corriente y evitando las peligrosas inundaciones en el curso inferior del río á cuyo paso se encuentran. No hace tantos años que los fértiles llanos de Lombardía se vieron seriamente amenazados por una crecida extraordinaria de los ríos alpinos, y es indudable que, de no existir los lagos Mayor y de Como, amén de otros menores, hubiérase registrado una verdadera catástrofe, pues el nivel del lago Mayor subió entonces cerca de diez metros, á pesar de su extensión de 37 kilómetros cuadrados.

Algunos de los lagos más grandes ofrecen cierta analogía con el mar propiamente dicho, y por esto y por su extensión, suelen llamarse mares; el ejemplo más conocido es el Caspio, que cubre actualmente un área de más de 400.000 kilómetros cuadrados, y es un residuo de un mar interior que tenía en tiempos prehistóricos, tres veces dicha extensión, comprendiendo tal vez los mares de Azov y Negro, hallándose hoy el nivel de sus aguas saladas 26 metros más bajo que el de éstos. Este último dato nos trae á la memoria el caso más excepcional del mar Muerto, en Palestina, que por su extensión relativamente pequeña (1.283 kilómetros cuadrados) no merece, por cierto, el nombre de mar; ocupan sus aguas saladas una profunda depresión en el valle del Jordán, debida á una poderosa dislocación del terreno, á la que se atribuye también la formación del mar Rojo, y su nivel se encuentra actualmente á 394 metros más bajo que el del Mediterráneo; aunque el Jordán y otros ríos menores y arroyos vierten en el mar Muerto un caudal no despreciable de agua, y aunque dicho mar no tiene desaguadero alguno, la evaporación es tan activa, que el nivel de sus aguas tiende más bien á rebajarse que no á subir.

EL MAR Y SUS COSTAS

De los 509.950.714 kilómetros cuadrados que comprende la superficie de nuestro globo, sólo ocupa la tierra propiamente dicha, ó sea los continentes y las islas el 27 por 100 próximamente, correspondiendo 373.895.343 kilómetros cuadrados á los mares. El hemisferio austral no contiene más que una

tercera parte de la tierra que comprende el boreal, y si dividimos nuestro globo terráqueo en la forma que indica la fig. 314, obtendremos dos hemisferios, en los cuales se hallan los polos situados excéntricamente, y de los que uno abraza un máximum de tierra firme y el otro un máximum de agua. En cuanto á la extensión de los diferentes Océanos, que, naturalmente, no tienen entre sí límites definidos, atribúyense al Pacífico 158.201.490 kilómetros cuadrados; al Atlántico, 76.951.740; al Índico, 73.800.373; al Glacial Antártico, 20.648.600, y al Glacial Artico, 13.578.609. El Mediterráneo, tan importante para la historia de Europa, sólo representa una 127.ª parte próximamente de la superficie total de los mares del globo, comprendiendo un área de 2.885.522 kilómetros cuadrados.

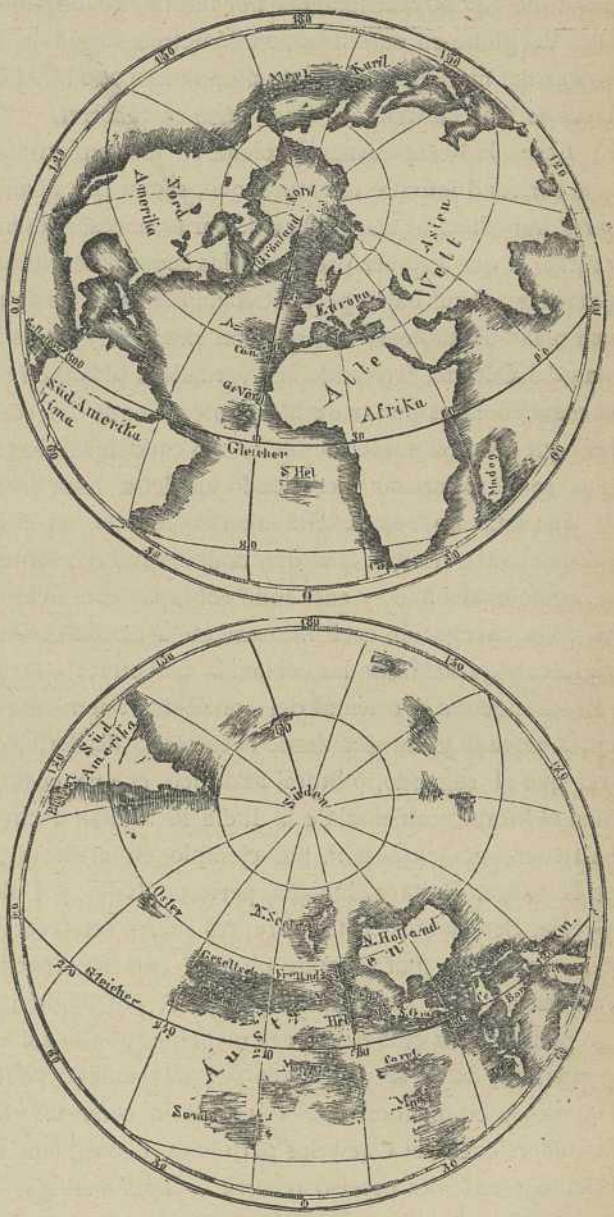


FIG. 314.—División del globo en un hemisferio con máximum de tierra, y otro con máximum de agua.

Como gran parte de las regiones árticas y antárticas quedan por explorar, sólo aproximadamente puede calcularse la extensión lineal de la totalidad de las costas marítimas. El desarrollo de nuestras costas europeas es de 31.900 kilómetros, mientras que las de Africa, que constituye un macizo mucho más uniforme y de área tres veces mayor, sólo representan unos 26.000 kilómetros. El continente americano tiene, en suma, unos 70.500 kilómetros de costas (de los

que corresponden 45.300 á la América septentrional), distribuídos entre los Océanos polares, el Atlántico y el Pacífico; las costas de Asia se desarrollan en una longitud de más de 82.500 kilómetros, mientras que las de Australia apénas pasan de 14.000. Calculando, por último, la longitud de costas de las diversas islas del globo en unos 15.000 kilómetros, llegamos á un desarrollo total de las costas del mundo, equivalente á unos 240.000 kilómetros, que el mejor andarín tardaría más de treinta y cinco años en recorrer.

Como la tierra misma despliega en su configuración superficial ú orográfica una variedad infinita, es natural que, según que una ú otra de sus formas se presente inmediata al mar, habrá de variar necesariamente la configuración de las costas, la que á su vez prestará á las cuencas marítimas circundantes su carácter particular. Aquí bajan precipitadamente hasta las aguas los declives abruptos de una masa montañosa; más allá son extensas y bajas llanuras las que bañan las olas del Océano, formando una verdadera playa; en otra parte se amontonan en la costa enormes masas de hielo, encubriendo los contornos de la tierra, mientras que en otro punto, donde un río caudaloso vierte en el mar sus aguas turbias, se va formando y creciendo un delta. Esta diversidad en la configuración de las costas no sólo excita nuestro interés, en el mero hecho de ofrecernos perspectivas variadas, sino que también influye sobre los organismos animales y vegetales del mar, y ante todo sobre las comunicaciones marítimas. La historia de la navegación está íntimamente asociada con la exploración y descripción de la configuración de las costas, la cual ofrece un contraste notable en los litorales occidental y oriental del continente americano: el primero constituye una costa elevada y abrupta desde el estrecho de Bering hasta el Cabo Horn, mientras que el segundo, ó litoral atlántico, es una costa generalmente baja. También el litoral occidental de la India lo forman declives abruptos, que en Europa tienen poca extensión, por ejemplo, en el litoral occidental de Inglaterra, en Noruega, Bretaña, España, parte de Italia y Dalmacia, y especialmente en Grecia. Semejantes costas abruptas suelen ser favorables para las comunicaciones marítimas, por cuanto ofrecen con frecuencia excelentes puertos. No carecen de ellos las costas bajas; pero, por regla general, sólo son accesibles sin peligro para embarcaciones menores, y aun así en tiempo bonancible. Las costas muy bajas se distinguen por su carácter pantanoso y la formación de lagunas, y en muchos casos es necesario construir extensos diques para evitar las incursiones del mar y los perjuicios consiguientes; al paso que para tener buenos puertos es preciso recurrir á obras análogas y á un dragado continuo para evitar de la acumulación de arenas. Las dunas ó cerros de arena que se forman en dichas costas á impulso de las olas, no pueden conceptuarse como una protección; pues á menos que se logre contenerlas mediante la plantación de arbolado, son meros juguetes del viento, y sus arenas se trasladan tierra adentro, sepultando todo cuanto encuentran á su paso.

Es evidente, por diversas señales, que los límites del mar, ó sean las costas, no han sido siempre los mismos, sino que, por el contrario, en épocas geológicas anteriores se diferenciaban notablemente de los actuales. Aunque es probable que los macizos principales de los grandes continentes han permanecido estacionarios desde los tiempos más remotos, sus bordes ó partes periféricas parecen haber sido experimentado ciertas variaciones de nivel. Donde existe actualmente un mar costanero, se extendió un día la tierra firme, y muchas islas, como las de la Gran Bretaña, estuvieron unidas á sus respectivos continentes por lenguas de tierra en diferentes períodos geológicos. Por otra parte, existían antes mares relativamente grandes allí donde hoy se extienden tierras feracísimas, cual sucede, por ejemplo, en las cuencas del Po y del Ganges. La variación en el contorno de los continentes resulta más patente en los puntos donde actualmente se hallan dos mares unidos por un paso estrecho, ó bien separados por un istmo. Era ya opinión de los géografos antiguos que el mar Negro tenía en épocas anteriores una extensión mucho mayor que en su tiempo, y estuvo unido al Caspio y al Aral, pero separado del Mediterráneo; esta reducción del mar Negro prosigue todavía al parecer, y las estepas saladas de la Rusia meridional demuestran claramente la extensión que tuvo en otras épocas. Tampoco ofrece duda al géologo que, en el lugar del estrecho de Gibraltar, existía en remotísimos tiempos un istmo de tierra, que unía nuestra Península al continente africano; y como no es menos probable que un istmo parecido se extendía antes entre Túnez y Sicilia, hallándose esta isla unida á Italia, resulta que nuestro mar Mediterráneo estaba subdividido en varios mares más pequeños. Se ha descubierto que en África, al Norte del Atlas, viven muchas especies de limacos y otros animales terrestres que se mueven lentamente, cuyas especies son enteramente idénticas á las españolas y sicilianas; hecho que demuestra, no sólo la unión antes referida de ambos continentes, sino además que su separación ha tenido efecto en una época geológica relativamente reciente. También se creía antes que el inmenso desierto del Sahara formaba, en otras épocas, parte del Mediterráneo, y se abrigaba la esperanza de poder transformarlo de nuevo en un mar, mediante la excavación de uno ó más canales, empresa que hubiera reportado inmensos beneficios á las regiones limítrofes del África; pero desgraciadamente las exploraciones recientes del Sahara y las nivelaciones exactas hechas al efecto, han demostrado lo erróneo de aquella suposición, y, por consiguiente, lo ilusorio de dicho proyecto.

Como el mar, donde quiera que baña una costa roqueña, roe ó desgasta la roca, acumula los restos de conchas y deja otros indicios de su actividad, el observador atento logra á veces obtener pruebas irrecusables de una variación de nivel. Por ejemplo, en la costa peruana, cerca del Callao, descubrió Darwin, á los 26 metros sobre el nivel del Océano, señales evidentes de una antigua playa, y entre los restos de conchas que formaban una masa endurecida, halló

una mazorca de maíz y un hilo de algodón; pruebas de que dicha playa había sido frecuentada por el hombre antes de que alcanzara su actual elevación. Por otra parte, la sumersión parcial ó total de construcciones ú obras artificiales antiguas bajo las aguas del mar, nos hablan de un descenso en el nivel de la costa correspondiente, cual sucede, por ejemplo, en el litoral de Dalmacia; y podemos hacer una deducción análoga en vista de que los pilotes á los que sujetaban antes los pescadores sus barcos en la playa, se encuentran ya cubiertos de agua durante la baja mar, fenómeno que se ha observado en la costa occidental de Groenlandia. Por el contrario, parece que el litoral Norte del Báltico se ha elevado en tiempos recientes; pues las líneas ó rayas que grabaron ó excavaron en la roca firme Linneo y Celsius en el siglo pasado, han variado de nivel respecto de las aguas, de tal suerte que puede calcularse la elevación correspondiente á cien años en 16 á 140 centímetros, siendo mucho más pronunciada en unos puntos que en otros. En cambio, las costas meridionales de dicho mar ofrecen señales evidentes de una sumersión, en forma de turberas que yacen en el fondo del mar, cubiertas por completo por capas de arena, así como de selvas enteramente sumergidas.

Las causas de semejantes variaciones de nivel son muy diversas: el Bajo Egipto, Bengala, casi toda la Luisiana, gran parte de las llanuras del Po y otras extensiones de terrenos sumamente feraces, deben su existencia á los légamos y detritus arrastrados y diseminados por caudalosos ríos. Por otra parte, el mar arranca á la tierra los depósitos que él mismo formó anteriormente, ó resultaron de la acción de los ríos, cual sucede, por ejemplo, en la costa del mar del Norte, donde los mares llamados Zuider, Dollart y Watten se extienden hoy sobre comarcas que antes surcaba el arado y donde existían poblaciones florecientes; Holanda entera hubiera quedado submergida hace tiempo, si no fuera por los inmensos diques con que sus habitantes defienden sus costas contra el elemento invasor. Pero la mayoría de las variaciones de nivel de que hablamos pueden atribuirse á las mismas fuerzas que contribuyeron al levantamiento de nuestras elevadas cordilleras, y, según la opinión predominante de los geólogos actuales, son manifestaciones de la contracción continua de la costra terrestre. Merced á un enfriamiento secular, es evidente que la tierra ha ido disminuyendo en volúmen, y á consecuencia de la contracción de la costra sólida, no es menos patente que, para acomodarse sus masas á un espacio más reducido, han tenido y tienen que variar de posición, ora empujándose en sentido lateral, plegándose y sobreponiéndose una á otra, ora elevándose ó deprimiéndose en sentido más ó menos vertical. Semejantes movimientos pueden ser imperceptibles para nuestros medios de observación, realizándose gradualmente durante el curso de los siglos, y de aquí la expresión geológica de elevaciones ó depresiones seculares; pero también suelen manifestarse de un modo repentino, dando margen á conmociones terribles, á los llamados terremotos. Du-

rante estos imponentes trastornos, se observa á veces en ciertas costas una elevación ó depresión rápida, como las que tuvieron lugar en el litoral chileno á continuación de los terremotos de 1822 y 1835; ó bien se hunden repentinamente extensas comarcas, inundándolas al mismo tiempo las aguas subterráneas, como sucedió, por ejemplo, en 1819, en la región al Este de la desembocadura del Indus, donde desaparecieron en cortos momentos centenares de kilómetros cuadrados de terreno. El célebre géologo vienense Suess, apoyándoseen las inscripciones cuneiformes asirias más antiguas y en la observación de numerosos fenómenos de la índole de los referidos, ha dado, en una obra reciente, una explicación muy verosímil del llamado Diluvio universal, demostrando que fué un acontecimiento puramente local, habido en torno de la desembocadura del Éufrates, que tuvo por causa principal un terremoto violento en la región del Golfo Pérsico, combinado con un ciclón terrible, y que produjo una inundación de las llanuras mesopotámicas. Así se relaciona estrechamente la suerte del hombre con las manifestaciones maravillosas de las fuerzas subterráneas.

EXPLORACIÓN CIENTÍFICA DEL MAR

Las primeras investigaciones científicas acerca de las condiciones físicas del mar, su profundidad, sus corrientes, los vientos que barren su superficie y la vida orgánica que encierra, datan de tiempos muy recientes; y, como en todas las esferas de la ciencia moderna, hánse verificado descubrimientos sorprendentes y de la mayor importancia, tanto para la física, química, zoología, botánica, geología, etc., como para la navegación.

El fundador de la oceanografía científica, como se llama hoy tan interesante cuanto importante ramo de los conocimientos humanos, fué el oficial de marina norteamericano *Mathew Fountain Maury*, cuyo retrato reproducimos en la lámina que va al frente de este tomo. Nacido el 14 de Enero de 1806, en Friedrichsburg (Estado de Virginia), pasó su juventud en los límites de la civilización, pues cuando sólo tenía cuatro años se fueron sus padres al Estado de Tennessee, donde, salvo los elementos de cultura que ellos podían proporcionarle, el niño sólo podía inspirarse, para su instrucción, en los fenómenos de una naturaleza grandiosa. Su afición al mar le llevó, á la edad de diecinueve años, á servir como cadete á bordo de la fragata *Brandywine*, que por entonces (1825) se dirigía al mar Mediterráneo; la uniformidad de su modo de vivir despertó en él un afan de estudiar, y en este primer viaje, lo mismo que en las excursiones posteriores de la fragata por el Pacífico, se ocupó ya Maury en el estudio de los problemas cuya dilucidación selló más tarde su celebridad. Al cabo de dos años y medio fué trasladado al navío *Vincennes*, que hacía rumbo á las Indias orientales, y las observaciones que tuvo ocasión de hacer en éste y los anteriores viajes cons-

tituyeron el tema de su primer escrito, que publicó en 1830. Un cuarto viaje que emprendió, en calidad de teniente de navío, á bordo del *Falmouth*, y luego del *Potomak*, por el Pacífico, y que duró tres años y medio, le ofreció repetidas ocasiones para ensanchar el horizonte de sus conocimientos. Solía comparar con cuidado minucioso los diarios de navegación de los buques que encontraba, y pronto cayó en la cuenta de que las vías marítimas usuales sólo se fundaban en una tradición, que se había desarrollado gradualmente sobre la base de los cuentos de marineros y los escasos conocimientos náuticos de los oficiales de marina de tiempos anteriores. Maury no tardó en descubrir que el aprovechamiento racional de las corrientes regulares marinas y aéreas habría de dar por resultado vías enteramente nuevas, que permitieran una diminución notable del tiempo de travesía, y desde entonces puso todo su empeño en llevar á cabo tan útil reforma. Con tal objeto investigó la geografía física del mar y dió á luz, bajo este título, los frutos más hermosos de sus trabajos; pero además de este importante libro, publicó poco más tarde una obra clásica, titulada *Wind and Current Charts* (Cartas de vientos y corrientes), basada en las múltiples observaciones de otros investigadores. Encargado por su Gobierno, en 1840, de practicar una serie de sondeos en las costas de los Estados del Sur, y habiendo tenido que suspender sus operaciones durante la estación calurosa, hizo una excursión en el interior, donde fué víctima de un accidente que le impidió por completo seguir su profesión; de modo que en 1842 aceptó un empleo en el Instituto hidrográfico marítimo de su país, donde se ocupó, entre otros asuntos, en la propagación de sus ideas. Dos años más tarde fué nombrado director del Observatorio nacional de Wáshington, y en puesto tan importante desplegó una actividad febril en la publicación de sus cartas de marear é instrucciones para los navegantes. Durante la guerra civil de 1861-65 se vió privado de su destino, á consecuencia de sus simpatías abiertamente declaradas por los Estados del Sur, cuyos intereses hizo cuanto pudo por amparar; y desde entonces vivió en Inglaterra, hasta que el infortunado emperador Maximiliano le llamó á Méjico en calidad de presidente de la Comisión colonizadora. Pero pronto abandonó Maury la clásica tierra de los toltecas, dirigiéndose otra vez á Inglaterra, donde se dedicó nuevamente á sus trabajos científicos, muriendo en 1873.

La exploración del mar recibió un poderoso impulso en 1850, cuando se trató de tender los primeros cables telegráficos trasatlánticos, operación que hoy se practica con tan brillante éxito. Desde entonces la mayoría de las naciones marítimas se ha esforzado en fomentar la oceanografía, ora estableciendo Observatorios marinos, ora organizando expediciones científicas. Basta recordar las exploraciones llevadas á cabo por la fragata austriaca *Novara*, de 1857 á 60; del navío americano *Tuscarora*, de 1873 á 78; de la fragata alemana *Gazelle*, de 1874 á 76; de los buques franceses *Travailleur* (1880-82) y *Talismán* (1883); pero ninguna de estas expediciones es comparable, por la perfección de los pre-

parativos y por los resultados obtenidos, á la memorable de la fragata inglesa *Challenger*, que surcó los mares en todas direcciones durante los años 1872 á 76, dando la vuelta al mundo, bajo la dirección del capitán *G. Nares*, y del sabio *Wyville Thomson*, cuya prematura muerte, acaecida en 1882, lamentan tantos hombres de ciencia.

Las primeras tentativas para medir con exactitud las grandes profundidades del Océano, fracasaron siempre por causa de la construcción defectuosa de las sondas empleadas; la sonda ordinaria, que emplean con éxito los navegantes en las aguas relativamente someras, cerca de las costas, no es aplicable á aquellas profundidades, porque es imposible determinar con seguridad el momento en que la pesa llega al fondo. Por esto son inexactos todos los datos referentes á la medición de semejantes profundidades, anteriores al año 1854. Por este tiempo inventó el teniente *Brooke*, discípulo de Maury, una sonda especialmente construída para dichas mediciones, y es la que representa la fig. 315; consiste en una barra metálica, cuya extremidad inferior está ahuecada, y que pasa libremente por el centro de una masa de metal muy pesada, á la que se da, por lo general, la forma esférica; mediante un anillo y dos cuerdas de alambre, se halla suspendida esta esfera á dos pequeñas palancas movibles, sujetas á la extremidad superior de la barra, y que están sostenidas por la cuerda principal de la sonda. Mientras ésta baja libremente en el agua, la pesa queda suspendida de las palancas, como indica la fig. 315 *a*; pero en el momento en que el aparato llega al fondo del mar, la extremidad inferior de la barra penetra en el terreno por lo común blando, las palancas caen á derecha é izquierda, soltando la esfera, cuyo golpe contra el fondo se transmite á través de la cuerda principal, dejándose percibir claramente por los que desarrollan ésta en la cubierta del buque. Entonces se procede á elevar la sonda, retirando no más que la barra, cuya parte hueca contiene una muestra del terreno del fondo, debidamente sujeta mediante una válvula. Con posterioridad, y fundándose en el principio del aparato de Brooke, se han construído diversas sondas perfeccionadas, mereciendo la preferencia las de *Belknap* y *Sigsbee*, y de *Bailie;* en lugar de una cuerda, se emplea con frecuencia un grueso alambre de la mejor calidad, como el especial que se fabrica para los pianos, pues de este modo se reduce á un mínimum el rozamiento del agua, cuyas corrientes tienden á desviar la sonda de su camino vertical.

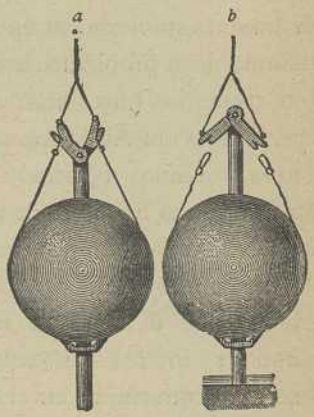


FIG. 315.—Sonda de Brooke.

Los muchos miles de sondeos practicados con semejantes aparatos durante los últimos años, permiten hoy la delineación de mapas bastante exactos del

fondo del mar, con las indicaciones de sus profundidades; mapas que hoy se encuentran en casi todos los nuevos atlas y tratados de geografía física. Cerca de las costas es casi siempre el mar poco profundo, esto es, menos de 200 metros; desde aquí aumenta gradualmente la profundidad hasta una distancia mayor ó menor de la tierra firme, en cuyos puntos suelen acentuarse de un modo notable los declives, presentándose, por regla general, repentinamente los grandes abismos oceánicos. Las islas Británicas, por ejemplo, descansan sobre una extensa altillanura submarina, cuya superficie se encuentra á pocos centenares de metros bajo la del mar, de tal suerte, que bastaría una corta elevación de aquélla, ó una reducción en correspondencia de ésta, para dejar seco el canal de la Mancha y mares limítrofes, y quedar unidas dichas islas á nuestro continente, como lo estuvieron en épocas geológicas anteriores. La profundidad media de los océanos propiamente dichos se calcula hoy en unas 2 000 brazas, ó sean 3.600 metros (una braza equivale á 1,82 metros); la del Pacífico es de 3.900 metros, la del Atlántico de 3.700, y la del Océano Indico de 3.300. Los puntos más profundos registrados hasta hoy con la sonda, se encuentran: uno en el Atlántico, al Nordeste de las Indias occidentales, bajo los 19°39′ de latitud Norte y los 66°26′ de longitud Oeste de Greenwich, donde se midieron 8.341 metros; y otro en el Pacífico, al Este del Japón, bajo los 44°55′ de latitud Norte y los 152°26′ de longitud Este de Greenwich, donde resultó una profundidad de 8.513 metros, casi equivalente á la mayor elevación de la tierra, ó sea el monte Gaurisancar, en el Himalaya, que tiene 8.840 metros.

El fondo de los océanos no es completamente liso, sino que en él se repiten, en general, las principales formas orográficas de la tierra firme, pero con la diferencia, muy esencial, de que las transiciones entre las elevaciones y depresiones son mucho más graduales, es decir, que las inclinaciones son menos pronunciadas. Este fenómeno se explica fácilmente, pues como en las grandes profundidades del mar reina una tranquilidad completa y una temperatura uniforme, el fondo no se halla expuesto á los potentes efectos meteorológicos de nuestra atmósfera tan inquieta y de temperatura tan variable; de modo que, en lugar del desgaste continuo á que está sujeta la superficie terrestre, combinado con el continuo acarreo del detritus, se verifica continuamente en el fondo del mar una deposición lenta de materias finas suspendidas en el agua, que tiende constantemente á allanar el terreno, es decir, á borrar las irregularidades, en vez de acentuarlas. Tambien debe tenerse en cuenta que la extensión horizontal del mar es mucho mayor que la de la tierra firme, de modo que las desigualdades de su fondo son casi imperceptibles, comparadas con la inmensidad de éste.

Hasta el presente, el relieve del fondo del Atlantico ha sido objeto de los estudios más detenidos. Una loma ancha y vuelta en forma de S, y que se halla, por término medio, á una profundidad de 2.500 metros, se extiende próximamente en medio del Océano, entre los mundos antiguo y nuevo, desde el

Sur hacia el Norte, y con sus ramificaciones divide las partes más profundas del Océano en tres cuencas: una oriental enfrente de Africa, y dos occidentales al Norte y al Sur del Ecuador. La cuenca del Noroeste, que es la más profunda, se eleva entre los 50 y 60 grados de latitud Norte hasta formar una extensa altillanura que, abstracción hecha de algunas pequeñas depresiones, ocupa toda la anchura entre Irlanda y Terranova, habiendo recibido el nombre de «altillanura telegráfica,» porque descansa en su superficie el primero y más importante cable transatlántico. Esta altillanura se encuentra próximamente á igual profundidad que la loma antes referida y constituye al Norte como la continuación de la misma. Hacia el Océano Glacial se eleva todavía más, acercándose á la superficie de las aguas hasta unos 800 metros por debajo de ellas, entre Europa é Islandia; esta isla, lo mismo que las Feröe, no son sino elevaciones pronunciadas de dicha altillanura. La loma que se extiende hacia el Sur constituye la base de una serie de islas de origen volcánico, como las de Tristán d'Acunha, Ascensión y los Azores. En la fig. 316 reproducimos una sección vertical del Océano Atlántico, entre Gibraltar y Nueva York, pasando por las islas de Madera, Azores y Bermudas, formada con arreglo á los sondeos del *Challenger;* las profundidades están señaladas en brazas, ó sea la medida usual entre navegantes, equivaliendo cada braza á un metro y 828 milímetros, mientras que la escala de longitudes representa millas náuticas, de

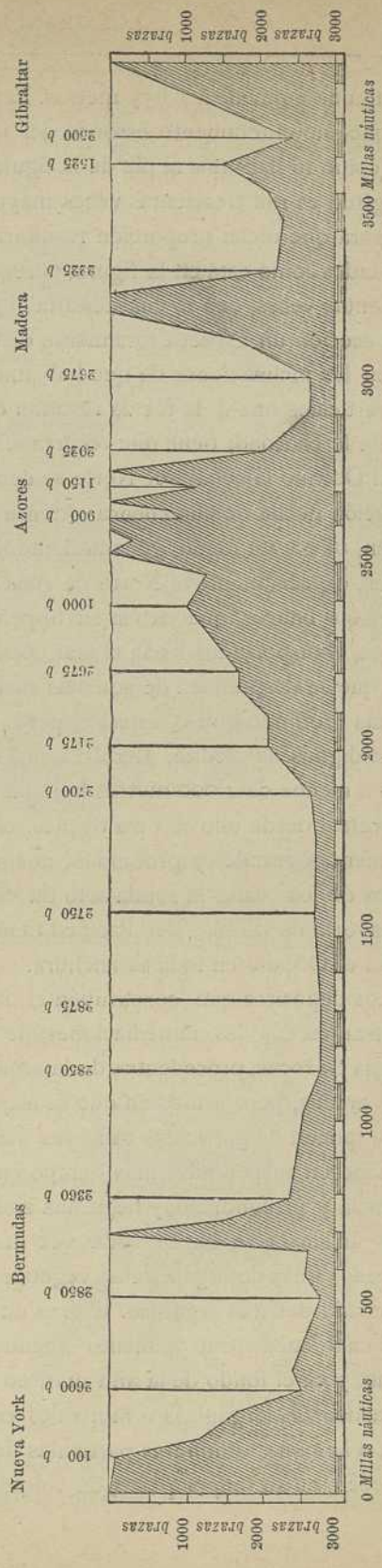


FIG. 316.—Sección vertical del Océano Atlántico, desde Gibraltar hasta Nueva York (Sandy Hook). (La proporción entre profundidad y longitud es 1:300 veces mayor que la natural.)

las que una equivale á 1.855 metros. Pero para que nuestros lectores no formen un concepto enteramente erróneo del fondo del Atlántico, hemos de advertir aquí (como lo hacemos al pie de la figura), que la proporción entre profundidad y longitud es mil trescientas veces mayor en el grabado que la natural; es decir que, para que dicha proporción resultara verdadera, quedando la escala de profundidades como está en la figura, necesitaríamos aumentar la de longitudes mil trescientas veces, con lo cual tendría el grabado 2,60 metros de largo, y ofrecería la sección un aspecto totalmente distinto; entonces resultaría aquella suavidad en las inclinaciones de que hablamos antes, y no los declives rectilíneos y casi verticales que á la fuerza resultan cuando, por falta de espacio y en obsequio de la claridad, tiene que recurrirse á escalas desproporcionadas.

El Océano Glacial del Norte se conoce también con bastante exactitud; y excepción hecha de una cuenca extensa y profunda entre Groenlandia y Spitzbergen, ofrece un fondo generalmente llano, hasta la profundidad de unos mil metros, especialmente al Norte de Asia y América. Aquí se encuentran también numerosos bancos, que deben su origen á la acumulación de grandes bloques de roca, transportados hacia el mar por los glaciares y los enormes témpanos de hielo que se desprenden de aquellas costas. El Océano Glacial Antártico parece ser más profundo que el anterior, pero carecemos todavía de datos completamente dignos de crédito. Merced á una serie de lomas submarinas que se elevan todas á menos de 4.000 metros bajo la superficie, y se extienden en una zona transversal desde uno á otro trópico, el Océano Pacífico se halla dividido en dos cuencas grandes y profundas, una al Norte y la otra al Sur, en muchos puntos de los cuales la sonda sólo da con el fondo á los 5.000 á 7.000 metros; la mayoría de las islas del Pacífico tienen por base aquella zona de lomas que cruzan el Océano en toda su anchura.

Los depósitos que constituyen el fondo del Océano son por todo extremo interesantes. En las inmediaciones de las costas depositanse partículas más gruesas de rocas, procedentes de la erosión de la tierra firme, en forma de gravas y arenas; pero á medida que se alejan de las costas, los depósitos minerales se componen de partículas cada vez más finas que, en razón de su corto peso, permanecen suspendidas más tiempo en las aguas y bajan al fondo á mayor distancia y profundidad; y llega una zona en la cual aquellas partículas inorgánicas finísimas se hacen cada vez más escasas, cediendo el puesto á otras no menos finas de organismos vegetales y animales muertos, que constituyen el llamado detritus orgánico. Este es un légamo de color gris, pardo ó negruzco, en el cual encuentran alimento abundante numerosas especies animales. Por último, y en el fondo de la alta mar, no se encuentran ya los indicios más leves de partículas inorgánicas ó minerales procedentes de la tierra firme, presentándose, á lo sumo, diminutas partículas de piedra pómez y materias análogas, que proceden, en su mayor parte, de volcanes submarinos é insulares.

La masa del légamo que constituye los depósitos oceánicos profundos se compone casi exclusivamente de los restos de animales y plantas marinas, generalmente microscópicos. Millaradas innumerables de diminutos rizópodos—los organismos animales más sencillos que existen—animan las capas superiores de las aguas de alta mar, y también en parte el mismo légamo del fondo; son foraminíferos de diversas especies, provistos de conchitas de formas raras ó preciosas (fig. 317) compuestas de carbonato de cal, y radiolarios no menos interesantes, que tienen, por regla general, un esqueleto compuesto de sílice (figs. 318 y 319). Además se presentan en dichas aguas

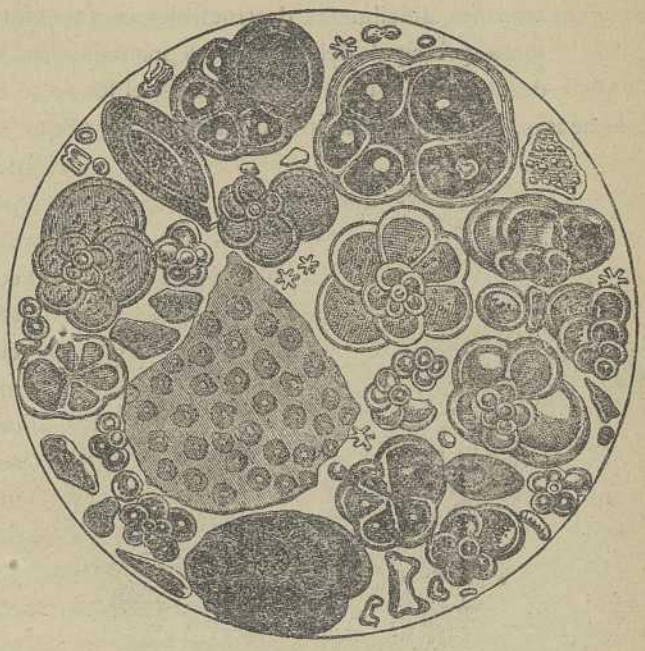
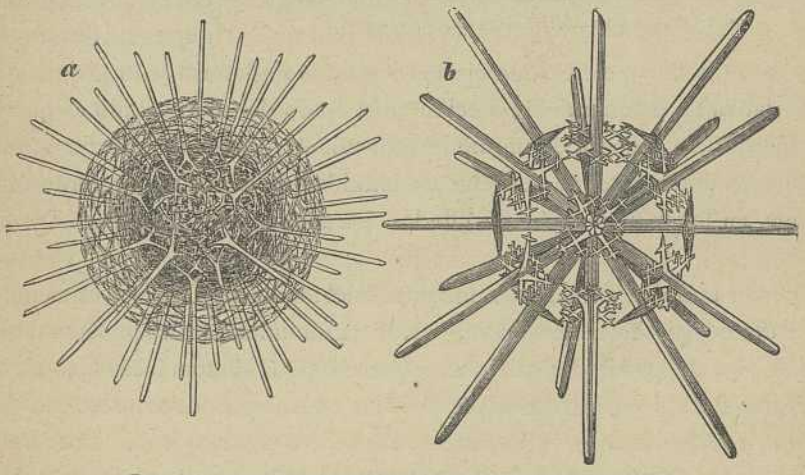


FIG. 317.—Foraminíferos de los depósitos profundos del Océano, tales como se ven con el microscopio de gran aumento.



FIGS. 318 y 319.—Esqueletos silíceos de radiolarios, muy aumentados.

superiores, prestándoles un color rojizo, pardusco ó verdoso, innumerables algas microscópicas, del orden rudimentario de las diatomáceas, cuyos caparazones

celulares silíceos constituyen objetos preciosos mirados con el microscopio (figura 320).

Todos estos diminutos seres, de los que se alimentan numerosos organismos mayores, caen lentamente, al morirse, al fondo del Océano, donde sus conchas y caparazones, difícilmente destructibles en aquella tranquila región, constituyen la masa principal del légamo depositado. En las profundidades del Atlántico, desde 1.000 á unos 4.000 metros, el fondo se compone, en extensiones inmensas, de un depósito gris ó blanquecino, al que se ha dado el nombre de *légamo globigerino*, porque, abstracción hecha de las llamadas cocolitas y rabdolitas, ó sean globulitos y espículas calcáreas excesivamente pequeñas y cuyo origen es problemático, se compone principalmente de las conchitas de foraminíferos de los géneros *Globigerina* y *Orbulina*. Dicho depósito tiene una analogía marcadísima con la creta blanca de la época geológica llamada cretácea, y no cabe duda de que esta roca, que constituye estratos tan inmensos en ciertas costas de Inglaterra y Francia, se formó originariamente de un modo parecido en el fondo del mar; sabido es que dicha creta, cuando se prepara de un modo conveniente y se examina bajo un microscopio de gran aumento, se resuelve en infinidad de conchitas de foraminíferos, sólo que, en lugar de los géneros citados, predominan los llamados *Textularia* y *Rotalia*.

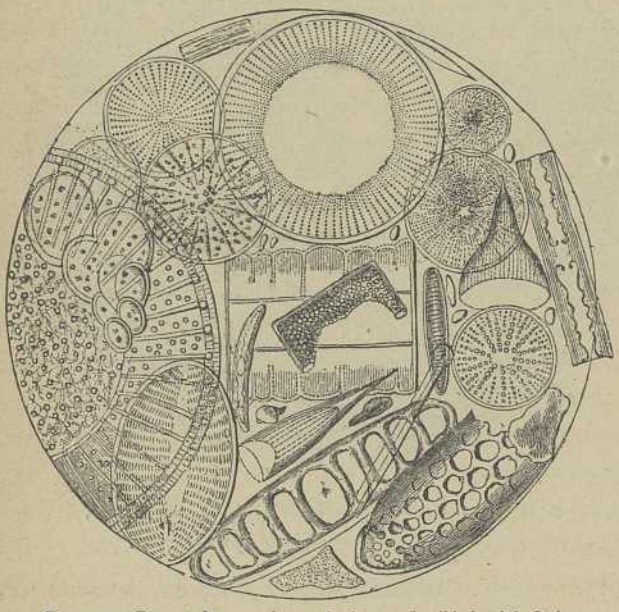


FIG. 320.—Restos de organismos de las profundidades del Océano, principalmente diatomáceas, vistos con gran aumento.

Ocupan también extensiones inmensas del fondo del Océano, especialmente del Pacífico, légamos silíceos, compuestos de innumerables esqueletos de radiolarios, ó bien de los citados caparazones celulares de diatomáceas. En el fondo de los grandes abismos de la mayoría de los océanos, es decir, desde la profundidad de 4.500 metros en adelante, se encuentra un depósito arcilloso de color rojo ó de chocolate, total ó casi completamente libre de foraminíferos, y cuyo origen es todavía más ó menos problemático. La carencia de restos de foraminíferos se explica satisfactoriamente considerando que, en semejantes pro-

fundidades, el agua del mar contiene algo más ácido carbónico que en regiones superiores, y es sin duda capaz de disolver las conchitas calcáreas; esta explicación es tanto más verosímil, cuanto que no faltan sitios, á profundidades de 4.200 á 5.000 metros, en los que se ha notado una transición entre el légamo globigerano y el depósito rojo, presentándose las conchas de foraminíferos en número más reducido que en aquél, y con su superficie corroída, cual si hubieran sido sometidas á la acción de un ácido; además, si se disuelve en ácido acético una cantidad considerable de dicho légamo, se obtiene un pequeñísimo residuo insoluble y arcilloso. Por otra parte, el análisis microscópico ha revelado en dicho depósito rojo la presencia de diminutas partículas de materias volcánicas, particularmente de piedra pómez; y como dicho légamo se compone químicamente de sílice, alúmina, y los óxidos de hierro y manganeso, es evidente que las referidas materias volcánicas y los productos de su descomposición han desempeñado un papel importante en su formación. También se encuentra en el légamo pequeñas cantidades de cobalto, níquel y cobre, cuya presencia sólo se explica satisfactoriamente atribuyéndoles un origen meteórico; mas no podemos entrar aquí en los pormenores de estas interesantes investigaciones.

En cuanto al espesor de los depósitos de que hablamos, de esas capas de légamos saturadas de agua bajo una presión enorme, que cubren las rocas consolidadas en el fondo del Océano, no podemos formarnos la menor idea; sólo nos es dado maravillarnos en presencia del hecho de que la vida orgánica ejerce incesantemente su acción en todas partes de nuestro globo, hasta en los más profundos abismos del mar, como lo viene ejerciendo durante millones de años.

Los mares interiores se diferencian de los abiertos, ú océanos, no sólo por su extensión menor, sino también por una profundidad mucho más reducida. Sin embargo, existe una diferencia notable bajo este concepto entre los mares interiores, pues los hay que merecen llamarse profundos, como el Mediterráneo, el mar Rojo, el de las Antillas, el Malayo, etc., mientras que otros, como el mar del Norte y el Báltico, se distinguen por su escasa profundidad. El Mediterráneo, separado del Atlántico por el estrecho de Gibraltar, cuyas aguas apenas bajan hasta los 400 metros, tiene una profundidad media de unos 1.300 metros, que aumenta en algunos puntos hasta los 3.000 ó 4.000; la mayor profundidad registrada con la sonda es la de 3.968 metros, en una extensión de 160 al Este de la isla de Malta. El Adriático, en cambio, tiene aguas muy someras. El mar del Norte tiene una profundidad media de sólo 90 metros, extendiéndose á lo largo de la costa de Noruega, hasta el Kattegat, una depresión estrecha del fondo, en la que baja la sonda de 200 á 700 metros. El Báltico es aún más somero, pues no tienen sus aguas, por término medio, más de 70 metros, y la profundidad mayor, registrada al Norte de la isla de Gotlandia, apenas excede de 300 metros.

CONSTITUCIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DEL MAR

El agua del mar contiene en disolución una cantidad mucho mayor de sustancias minerales que la de los lagos y ríos; la más importante de dichas sustancias, el cloruro de sodio ó sal común, constituye por sí sola más de las tres cuartas partes del contenido total en sales, siguiéndole en proporción el cloruro de magnesio; ambos cloruros juntos prestan al agua del mar su gusto salino y amargo. El sulfato y el carbonato de cal, por más que este último se halla en proporción bastante pequeña, son componentes muy importantes del agua del mar, por cuanto ofrecen á infinidad de moluscos y otros animales marinos material para la formación de sus conchas. Además contiene dicha agua mínimas cantidades de bromo, yodo, fluor, azufre, fósforo, silicio, plata, plomo, cobre, hierro y otros metales, en forma de sales diversas.

El contenido total de sales en medio del Océano es casi constante, merced á la circulación continua de las aguas, y equivale, por término medio, á 3,6 por 100. Los mares interiores de las zonas cálidas contienen generalmente una proporción de sales algo mayor; en el Mediterráneo se eleva á 3,7 ó 3,8 por 100, y en el mar Rojo, al 4 por 100. En cambio, disminuye dicha proporción en las regiones septentrionales, especialmente cuando los mares interiores reciben muchas aguas dulces y sólo comunican con el Océano mediante brazos de mar estrechos; un ejemplo interesante ofrece el Báltico, cuyas aguas, en el estrecho de Store (Dinamarca), contienen 1,3 por 100 de materias salinas, y en la parte meridional sólo 0,7 por 100, mientras que en el golfo de Botnia apenas contienen sal alguna. También varía bastante el contenido en sales de un mismo mar interior según las estaciones del año y la profundidad de sus aguas. A consecuencia de los muchos y caudalosos ríos que en él desembocan, así como de los témpanos de hielo que van á fundirse en él, el mar Glacial del Norte es algo menos salino que los océanos, bajando la proporción de sales, por término medio, á 3,3 por 100.

Como la sal hace las aguas del mar más densas, son estas, por lo mismo, específicamente más pesadas que las aguas dulces. Además, la temperatura de aquellas aguas influye sobre su peso específico, por cuanto éste aumenta con la disminución de dicha temperatura, y viceversa. Tomando como unidad el peso específico del agua destilada á la temperatura de cuatro grados centígrados el de las aguas del Océano, con 3,6 por 100 de materias salinas y á una temperatura de 15 grados, equivale á 1,027.

La salinidad y el peso específico mayor del agua del mar son, por más de un concepto, de inmensa importancia para la vida orgánica marina y también para el hombre. Por ejemplo, dicha densidad facilita notablemente la traslación

más libre de multitud de organismos animales y vegetales; y como las plantas flotantes encuentran disueltas en el agua todas las sustancias minerales que necesitan, pueden prescindir del suelo, tan esencial para las plantas terrestres. Merced á su salinidad, el agua del Océano no se congela más que á los 3,17 grados bajo cero, en estado tranquilo, y á los 2,55 bajo cero cuando está en movimiento; semejantes temperaturas sólo pueden presentarse á la superficie de los mares polares, siendo muy raros en los mares del Norte de Europa, y no registrándose nunca en los océanos profundos. De esta suerte, y aun durante el invierno más frío, el Océano queda libre y abierto al tráfico entre los pueblos, mientras que la vida en su seno no está sujeta á interrupciones, como sucede en las aguas dulces y sobre la tierra firme.

Prescindiendo del oxígeno y el hidrógeno, que son los elementos componentes de toda agua, así sea salina ó dulce, la del mar contiene en disolución los gases atmosféricos, es decir ázoe, oxígeno y ácido carbónico. El oxígeno se encuentra en proporción muy inferior á la de nuestra atmósfera, pues á la temperatura de 10 grados no suele exceder de 0,017 de gramo por litro; pero en cambio dicha agua contiene muchísimo más ácido carbónico que el aire, especialmente en los mares fríos, donde Jacobsen y Tornoe han registrado 0,1 de gramo en cada litro, ó sea ciento cincuenta veces más que en la atmósfera. Semejante proporción de ácido carbónico, que aumenta todavía con la profundidad, y que, de hallarse en la atmósfera, bastaría para aniquilar toda la vida animal, no perjudica nada á los animales marinos, y debe hallarse, por lo tanto, en un estado especial de combinación que, según Jacobsen, se relaciona probablemente con la presencia de cloruro de magnesio.

El olor particular del agua de mar fresca es probable que proceda de las materias orgánicas en descomposición, que dicha agua contiene en cantidad considerable, ora disueltas ó suspendidas en partículas sumamente finas. En cuanto al color, se ha demostrado por repetidos experimentos que los mares profundos y claros ostentan generalmente un color azul, que resulta muy intenso cuando contrasta con masas de hielo ó nieve, y es origen de los preciosos reflejos azulados que atraen tantos curiosos á la célebre gruta de Capri, en la bahía de Nápoles. Este hermoso azul de Océano, que es propio de toda agua pura, tanto la destilada como la salina, pierde su intensidad en aguas menos profundas, hasta desaparecer en las costas, en parte porque aquí las aguas no son tan puras, y en parte porque el fondo refleja cierta cantidad de luz. A esta reflexión de luz amarilla, combinada con el azul propio del agua, suele atribuirse el hermoso color verde de esmeralda que ostenta á veces el mar, así como algunos lagos alpinos, y al lado del cual aparece como color complementario un precioso rojo purpúreo; y se observa que el color de la luz reflejada varía según la naturaleza del fondo, prestando al agua matices distintos; la presencia de escollos sumergidos, por ejemplo, da margen á una coloración pardusca ó ne-

gruzca de las aguas del mar; un fondo legamoso produce un color gris, uno arenoso blanco, un matiz gris verdoso, y los bancos de coral, un tinte rojizo. Pero se observa con frecuencia en las aguas intensamente azuladas de alta mar manchas ó zonas de mucha extensión, que afectan matices grises, parduscos, verdosos, blanquecinos, etc., y en tal caso las investigaciones han demostrado que dichas coloraciones se deben siempre á la presencia en el agua de los animales y plantas microscópicas de que hablamos antes; en los mares árticos reconocen dichos matices por causa la existencia de multitud de diatomáceas, y en el mar Rojo la de otra especie de alga diminuta.

El agua clara del mar es también muy transparente, propiedad que resalta aún con más intensidad en los mares polares. En las inmediaciones de la Nueva Zembla, al Norte de Rusia, algún viajero pretende haber visto, á través de 150 metros de agua, no sólo el fondo del mar, sino hasta las conchas depositadas en él; pero esto es una exageración. Por otra parte, un tal A. Moret, que hizo el 21 de Agosto de 1876 una ascensión en globo desde Cherbourg (Francia), asegura haber percibido, desde una elevación de 1.700 metros, el fondo del mar hasta en sus detalles más leves, en punto donde las aguas tenían de 60 á 80 metros de profundidad. Las investigaciones más recientes y cuidadosas, basadas en la submersión de discos blancos suspendidos á un hilo, demuestran que, en casos favorables, permanecen aquellos visibles en el agua hasta una profundidad de algo más de 40 metros. Es probable que la luz penetra algo más profundamente; pero de seguro no llega más allá de los 200 metros, pues á esta profundidad desaparece todo indicio de vida vegetal. El conocido fenómeno de la fosforescencia del mar, que se observa á veces durante la noche, cuando la superficie de las aguas aparece como débilmente iluminada, es siempre una manifestación vital de numerosos animales marinos, en especial de ciertos holoturios, medusas, peces y seres microscópicos, que aparece con más intensidad en alta mar bajo los trópicos.

TEMPERATURA DEL MAR

La temperatura de las aguas del mar no sólo ejerce una influencia directa sobre los organismos animales y vegetales marinos, sino que es también de importancia indirecta para el clima de los países costaneros, y, por consiguiente, para la habitabilidad de los mismos. Hablando, en general, el calentamiento del aire y del agua del mar se verifica por modos fundamentalmente distintos, aunque en ambos casos la fuente del calor es el sol; el aire se calienta principalmente desde abajo, es decir, que recibe el calor absorbido antes, digámoslo así, por la superficie terrestre, mientras que el mar lo hace desde arriba de un modo exclusivo. Por consiguiente, el aire, al calentarse en la proxi-

midad del suelo terrestre, tiende á elevarse y á difundir su calor en las regiones superiores y más frías de la atmósfera, mientras que la capa superficial del agua del mar, que es la que se calienta y adquiere por lo mismo menos densidad, no puede bajar para difundir su calor en las capas inferiores, las cuales sólo pueden calentarse; pues en virtud de la conducción calorífica, y como el agua es un conductor de calor muy malo, resulta que el mar se calienta en profundidad sumamente despacio.

Estas condiciones dan margen á dos fenómenos muy importantes. En primer lugar las máximas y mínimas de la temperatura superficial del mar se presentan cada año más tarde que las de la temperatura atmosférica: en nuestras regiones, por ejemplo, el mes más frío sobre la tierra firme es Enero, y el más cálido Julio, mientras que las aguas superficiales del mar son más frías en Marzo y más calientes en Septiembre; por consiguiente, en el verano es el mar más fresco y en el invierno más caliente que la tierra, y de esto se sigue que aquél obra como un regulador de calor respecto de la temperatura aérea de las costas, hecho que explica la mayor uniformidad del clima en éstas, comparado con el clima continental. En segundo lugar, las variaciones y los extremos de la temperatura en el mar son mucho menos pronunciados que sobre la tierra firme: la temperatura aérea más elevada que se ha observado sobre la tierra en los países tropicales es de unos 45 grados, y la más baja, en el polo frío de Siberia, equivale á 60 grados bajo cero, de modo que la diferencia entre los dos extremos suma más de 100 grados; pero la temperatura más alta observada en las aguas del mar (en el mar Rojo) equivale á 34 grados, y la más baja, en los mares polares, unos tres grados bajo cero, de modo que sólo resultan 37 grados de diferencia. La variación ú oscilación anual, local, de la temperatura aérea, esto es, la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el más frío, alcanza un mínimum en los países tropicales, donde es de uno á siete grados, aumentando más y más hacia el Norte, y alcanzando en los países polares un máximum de 30 á 60 grados; en cambio en la zona ecuatorial del Atlántico dicha variación anual sólo es á la superficie de dos á tres grados, y si bien bajo los 35 grados de latitud Norte se eleva á 7,3 grados, resulta poco superior á esta cifra en los mares polares. Por último, la variación diaria media de la temperatura aérea equivale á unos siete grados en el Norte de Europa (Berlín), mientras que en los mares tropicales es nula, y casi nula también en los mares polares.

En los más profundos abismos del Océano la variación de temperatura, tanto anual como diurna, es nula, según las investigaciones más recientes de las expediciones del *Challenger* y otras, y desde los polos hasta el Ecuador reina en dichas profundidades una temperatura casi uniforme de cero á dos grados. Hace quince años predominaban todavía los juicios más erróneos acerca de la temperatura en el fondo del Océano; lo cual era debido, en parte, á los instrumentos

defectuosos que solían emplearse para determinarla, y en parte también á que se partía de la premisa falsa de que el agua del mar, lo mismo que el agua dulce, alcanza su densidad máxima á los cuatro grados centígrados, sacando de ello la consecuencia lógica de que en todos los abismos del mar donde debía bajar necesariamente el agua más pesada ó densa, había de reinar precisamente dicha temperatura de cuatro grados. Pero desde entonces se ha demostrado de un modo irrefutable que el peso específico del agua de mar ordinaria aumenta constantemente hasta el punto de congelación de la misma, ó sea hasta los tres grados bajo cero; y como semejantes temperaturas bajas sólo se encuentran en los mares polares, resulta forzosamente que las aguas frías de estas regiones tienen que dirigirse de continuo hacia los puntos más profundos del Océano, mientras que, por el contrario, las aguas superficiales de las regiones ecuatoriales se difunden también continuamente hacia los polos. Esta difusión compensadora, debida al calentamiento desigual del mar en las diferentes zonas, procede por necesidad con lentitud extraordinaria, y es apenas perceptible por medio de instrumentos; pero su existencia lo demuestra el hecho de que, aun en los mares cuyas aguas superficiales son muy calientes, la temperatura disminuye muy rápidamente con la profundidad, presentándose ya á los 2.000 metros la casi constante de cero á dos grados, de que hablamos más arriba. Decimos que este hecho prueba á todas luces aquel fenómeno de la difusión compensadora de aguas de temperatura varia; y en efecto, ¿de dónde podría proceder ese agua fría que se encuentra en las profundidades de los mares tropicales, sino de las regiones polares? De no ser así, el calor relativamente grande de las aguas superficiales bajo los trópicos se hubiera difundido hace tiempo, y seguiría difundiéndose, en virtud de la conductibilidad calorífica, hasta en las mayores profundidades oceánicas, y encontraríamos en éstas una temperatura muy superior á la que en realidad existe. Pero la mejor prueba de la exactitud de aquella proposición, nos la ofrecen los mares interiores, como el Mediterráneo: puesto que el estrecho que une este mar con el Atlántico sólo tiene una profundidad máxima de 400 metros, el agua fría procedente de los polos, y que en virtud de su mayor densidad tiene que arrastrarse, digámoslo así, por las grandes profundidades oceánicas, no puede penetrar en la cuenca mediterránea; la consecuencia necesaria es que en el fondo de este mar debe reinar una temperatura muy superior á la del fondo del Atlántico, y, en efecto, desde los 400 metros hacia abajo el termómetro registra en todas partes una constante de 13 grados, igual á la temperatura media invernal del aire en los países del Mediterráneo.



FIG. 321. Termómetro oceánico de Miller y Casella.

La determinación de la temperatura en las grandes profundidades del Océa-

no es una operación muy difícil, que no sólo supone tiempo y paciencia, sino el empleo de termómetros de construcción especial. Como es tan enorme la presión del agua en aquellos abismos, pues equivale á muchos centenares de atmósferas, los termómetros ordinarios resultarían aplastados; por esto, todos los instrumentos destinados á la operación de que hablamos se construyen con una envoltura externa de vidrio muy grueso (llenándose en parte el espacio entre ella y el termómetro propiamente dicho, con alcohol ó azogue), y se someten á una presión sumamente fuerte en un aparato hidráulico, para cerciorarse de su utilidad. Estos instrumentos se hacen con arreglo al principio de los termómetros de máxima y mínima, ó se proveen de otros medios para fijar la temperatura correspondiente á una profundidad determinada. La fig. 321 representa el termómetro oceánico de *Miller* y *Casella*, combinación de máxima y mínima, encerrado dentro de una fuerte envoltura de vidrio, en parte llena de alcohol; otro instrumento análogo que se recomienda mucho es el de *Negretti* y *Zambra*, también de Londres.

CORRIENTES MARINAS Y AÉREAS

Las cortas variaciones en la temperatura del mar no dependen únicamente de la mala conductibilidad calorífica de sus aguas, su mayor densidad y el proceso especial de calentamiento á que está sujeto, sino también de un modo esencial de la mezcla continua é íntima de las aguas de diversas partes del Océano, promovida constantemente por numerosas y poderosas corrientes marinas, que vienen obrando, es lo probable, con igual intensidad y en las mismas direcciones que hoy desde hace millares de años. Este movimiento continuo de dichas aguas es también una de las causas más importantes de la inmensa riqueza de organismos que albergan en su seno, pues contribuye por doquier á repartir gases, como el oxígeno y el ácido carbónico, tan necesarios para la vida de animales y plantas, y de un polvo fino orgánico, resto de los organismos muertos, que, suspendido en el agua, sirve de alimento á innumerables animales fijos ó sedentarios, como moluscos y corales, que así no tienen que moverse de su sitio para buscarlo. Este polvo orgánico alcanza también á los abismos más profundos del Océano, á los que desciende, ora en virtud de su propio peso, ora llevado por las corrientes polares profundas; mediante él se hace posible en esos abismos la existencia de numerosos animales.

La causa de la mayor parte de las corrientes marinas, salvo aquellos movimientos tan lentos de que hablamos más arriba y promueven la compensación de temperatura entre las aguas polares y las ecuatoriales, y el flujo y reflujo del mar, reside exclusivamente en las corrientes de nuestra atmósfera, ó sea en los vientos. Tanto éstos como las corrientes marinas son de

inmensa importancia para la navegación; razón por la cual le dedicaremos algunos párrafos.

Vientos.—Se producen por perturbaciones del equilibrio de la atmósfera, que resultan á su vez, y ante todo, en virtud de diferencias de temperatura entre regiones vecinas. Figurémonos, por vía de ejemplo, dos grandes columnas de aire, una al lado de la otra, y situadas, la primera sobre el océano Atlántico y la segunda sobre España; si ésta se calienta más que aquélla, se dilata hacia arriba, resulta más alta que la columna vecina, y se derrama, digámoslo así, sobre su superficie superior. El barómetro señala entonces en España esta perturbación de equilibrio atmosférico, por la baja de su columna de mercurio,

Ciclón.

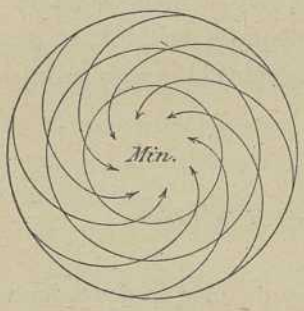


Fig 322.

Anticiclón.

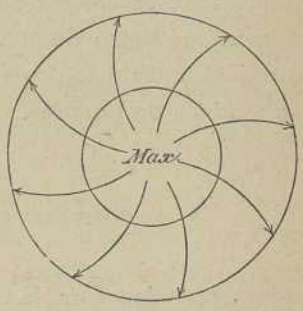


Fig. 323.

Corrientes aéreas en el hemisferio septentrional.

indicando un mínimum ó una depresión barométrica, así llamada porque en torno de la región de la columna de aire que se eleva rige una presión atmosférica mayor. La consecuencia de semejante mínimum barométrico es que el aire fluye hacia la región correspondiente de todas las comarcas vecinas en que predomina una presión más fuerte. De este modo se produce un remolino, merced á que las masas de aire que tienden á moverse radialmente hacia la región del mínimum, son desviadas por la rotación del planeta, de manera que dejan un poco á un lado el centro de la presión mínima. Por esta razón, en el hemisferio septentrional, circulan los vientos en torno de un mínimum barométrico en sentido inverso de las agujas de un reloj (fig. 322), mientras que en el hemisferio meridional siguen la dirección de éstas (fig. 324). Si, pues, una persona situada en nuestras regiones mira en la dirección de donde sopla el viento, haciendo frente á éste, tendrá á su derecha el mínimum de presión atmosférica. Los vientos reunidos en torno de un mínimum barométrico constituyen lo que se llama en meteorología un *ciclón* (figuras 322 y 324).

Por el contrario, desde un sitio donde á consecuencia de un fuerte enfriamiento, por ejemplo, se produce un máximum barométrico, las masas de aire se derraman por todos lados hacia las regiones de presión atmosférica menor (figuras 323 y 325), dirigiéndose también á manera de remolino en virtud de la

rotación de la tierra, y en sentido de las agujas de un reloj sobre el hemisferio septentrional. Semejantes vientos se llaman *anticiclones;* van generalmente acompañados de un tiempo claro y frío, se trasladan rara vez de una región á otra, y son, por lo común, de naturaleza tranquila. En cambio, los ciclones pueden ser muy violentos y trasladarse á grandes distancias, pues su movimiento remolinado hacia el centro tiende á hacer avanzar el mínimum barométrico, por lo que adquieren ellos mismos un movimiento de avance, hasta que por fin queda equilibrado dicho mínimum. En la Europa central los mínimos avanzan, por regla general, de Oeste á Este, ó de Suroeste á Nordeste, con una velocidad media de 600 kilómetros por día, esto es, siete metros por segundo. Los ciclo-

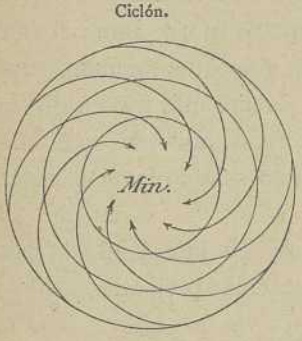


FIG. 324.

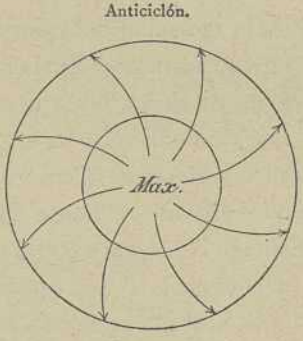


FIG. 325.

Corrientes aéreas en el hemisferio meridional.

nes están acompañados, por lo general, de tiempo nublado, desarrollándose con frecuencia en forma de tempestades más ó menos violentas, y presentándose principalmente en las latitudes medias y elevadas de ambos hemisferios.

Cuando dos masas de aire vecinas tienen temperaturas distintas, se produce en la parte superior una corriente aérea desde la masa más caliente hacia la más fría, y otra en la parte inferior, pero en sentido inverso; prosiguiendo el calentamiento de una de dichas masas, el aire frío que penetra en ella por abajo se calentará también, enrareciéndose ó perdiendo peso, y subiendo, por lo mismo, hacia las alturas donde se derramara sobre la masa más fría. De este modo se produce un movimiento giratorio, tanto más regular, cuanto más uniforme es la diferencia de temperatura entre las dos masas de aire. La exactitud de estas proposiciones puede demostrarse fácilmente abriendo la puerta que separa una habitación caliente de otra fría, y sosteniendo una vela encendida sucesivamente junto al suelo, á la altura del cerrojo y en la parte superior del hueco; en la primera posición la llama, impulsada por la corriente fría, se inclinará hacia la habitación caliente, mientras que en la parte superior de la puerta se inclinará hacia la habitación fria, en virtud de la corriente de aire caliente, permaneciendo inmóvil en la posición intermedia.

El ejemplo que pusimos más arriba explica el fenómeno de los vientos de mar

y de tierra que se observan con frecuencia en las costas continentales, pero más especialmente en las islas. Algunas horas después de amanecer se levanta el viento de mar, dirigiéndose desde éste hacia la costa, porque, bajo la influencia de los rayos solares, la tierra firme se calienta más que el mar; en la tierra sube el aire hacia las alturas, desde donde se desparrama hacia el mar, mientras que abajo el aire más frío sigue llegando desde éste á la costa. En un principio dicho viento de mar es débil, percibiéndose sólo en las costas; más tarde toma incremento y se hace sensible en las aguas á mayor distancia de aquéllas; entre dos y tres de la tarde adquiere su fuerza máxima, que disminuye entonces gradualmente hasta poco antes de la puesta del sol, cuando entra un período de calma. Poco después de puesto el sol empiezan á enfriarse la tierra y el mar en virtud de la radiación del calor hacia el espacio frío; y como el enfriamiento de la primera se verifica con más rápidamente que el del segundo, se produce el llamado viento de tierra, ó sea una corriente de aire más frío en dirección de la tierra al mar, inmediata á la superficie de éstas, mientras que en regiones atmosféricas superiores se inicia una corriente en sentido inverso, esparciéndose por la tierra el aire más caliente del mar.

De cincuenta ó sesenta años á esta parte, y en interés de la navegación, vienen estudiándose las leyes de las corrientes aéreas ó vientos, y en los últimos quince años ha entrado la ciencia meteorológica en una nueva fase, merced al establecimiento de numerosos observatorios meteorológicos, no sólo en los países civilizados, sino también en las regiones glaciales del Norte, y al empleo de un sistema de noticias telegráficas relativas á las observaciones correspondientes. Como las indicaciones barométricas de diferentes estaciones secundarias de una región pueden telegrafiarse á la estación central antes de que tengan tiempo de variar, ha sido posible determinar para cada día, cada mes ó el año entero los *isobares* de todo el globo, es decir, las líneas que unen entre sí todos los puntos de la superficie terrestre donde reina una presión barométrica igual. De este modo pueden determinarse siempre con exactitud los puntos de los máximos y mínimos barométricos, y sobre esta base calcularse aproximadamente la dirección y velocidad de avance probables de los mínimos, pronosticando con bastante seguridad, y con una anticipación de lo menos veinticuatro horas, los vientos que pueden esperarse. Semejantes pronósticos se publican hoy en muchos periódicos diarios, en forma de pequeños mapas, como el reproducido en la fig. 326, y cuya explicación se encuentra al pie. Es evidente que un viento soplará tanto más fuerte hacia el centro de un mínimum barométrico, cuanto más rápidamente sube el barómetro en diferentes puntos situados á corta distancia; hecho que indican los mapas isobáricos por la mayor aproximación de los isobares entre sí. El valor de esta aproximación, ó distancia entre los isobares, relacionado con una unidad longitudinal determinada, es lo que se llama *gradiente barométrico*.

Por semejantes métodos hase logrado fijar las leyes que rigen las corrientes aéreas en gran parte de la superficie del globo. El primero y más importante resultado de tales estudios consiste en la distinción que es preciso hacer entre los vientos puramente locales, como, por ejemplo, los llamados de mar y tierra an-

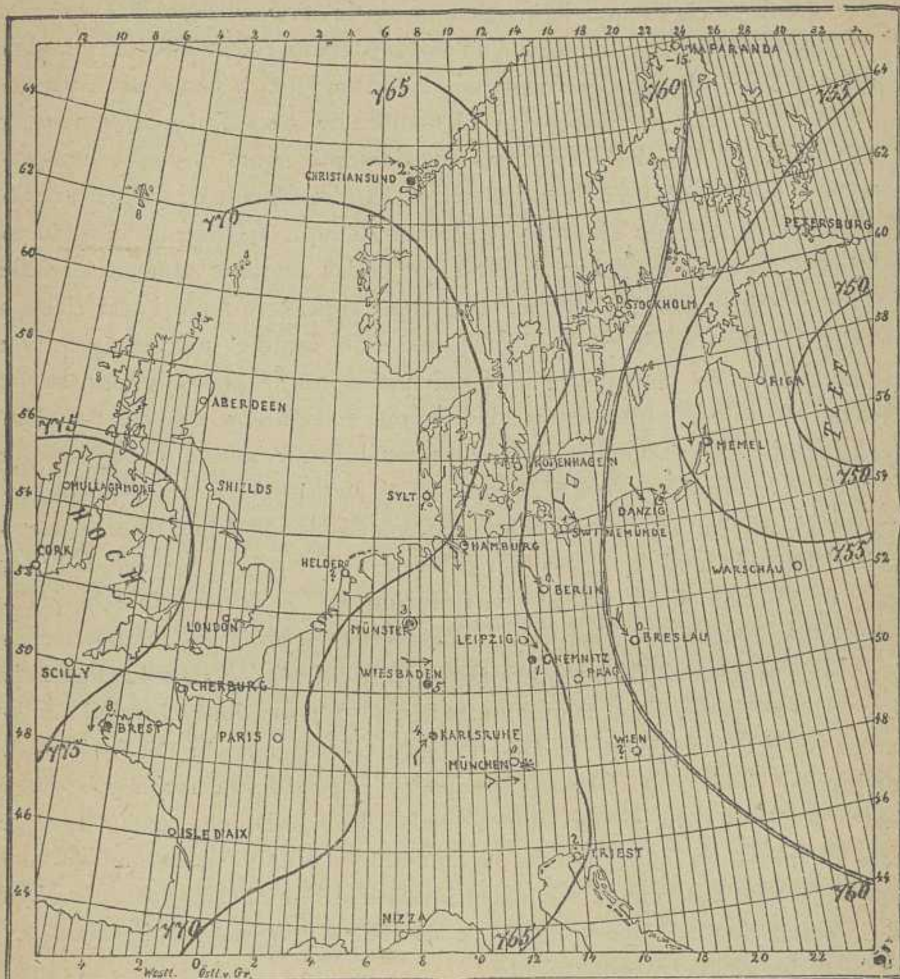


FIG. 326 —Mapa meteorológico diario.

Las curvas negras son isobares, cuya altura barométrica está señalada en sus extremos. Los números al lado de las poblaciones ó estaciones, indican la temperatura aérea en grados centígrados. Las flechas indican la dirección de los vientos, y la intensidad de éstos la señalan el número de las barbas de aquéllas. Los demás signos son los convencionales adoptados para indicar el estado del cielo, los meteoros, etc.

tes referidos, ó los que se presentan periódicamente en estrechos valles de las montañas, y las corrientes aéreas generales y regulares que, año tras año, se reproducen en determinadas épocas con igual intensidad y en las mismas direcciones, y que originan en nuestra zona aérea una circulación constante y perfectamente ordenada. Nos limitaremos á algunas consideraciones acerca de estas

corrientes aéreas generales, que son las más interesantes, siguiéndolas por las diferentes zonas de la tierra.

En parte alguna de la superficie del globo está la temperatura atmosférica tan elevada, y al mismo tiempo predomina tanto el mar sobre la tierra firme, como en las regiones al Norte y al Sur del ecuador. La consecuencia inmediata de esta circunstancia es que la inmensa masa de aire correspondiente tiende, por lo general, á elevarse, merced á su extraordinario calentamiento y la gran cantidad de vapor de agua que contiene, dando así lugar á una zona de presión atmosférica baja, que se conoce con el nombre de *zona de las calmas ecuatoriales*, aunque podría designarse más propiamente como la zona de vientos variables y muy sujetos á influencias locales. El aire caliente de esta zona tiende de continuo, en regiones elevadas de la atmósfera, á dirigirse hacia el Norte y el Sur, ó sea hacia los polos; mientras que en las regiones atmosféricas inferiores el aire más frío de latitudes terrestres superiores fluye hacia el ecuador. Como en la zona de que hablamos predomina tanto el mar, estas corrientes inferiores, poco perturbadas por influencias continentales locales, soplan constantemente y con gran regularidad durante todo el año, conociéndose hace mucho tiempo bajo el nombre de *vientos alisios* (*trade winds*, de los ingleses, *vents alizés*, de los franceses, y *Passate* de los alemanes). Sin embargo, merced á la rotación de la tierra, los alisios sufren una desviación de su dirección recta hacia el Este, de modo que resultan: al Norte del ecuador, un alisio del Nordeste, y al Sur, un alisio del Sureste. Actualmente los buques de vela que se dirigen á América aprovechan el alisio del Nordeste, haciendo rumbo hacia el Sur, desde la isla de Madera, hasta llegar cerca del trópico, cuando el alisio les lleva hacia el Oeste. Este camino es tan seguro, y tan leve el trabajo de los marineros, que hace tiempo se dió á la parte correspondiente del Atlántico el nombre de «Golfo de las Damas,» porque en él puede una mujer gobernar el timón. Debemos advertir, por último, que la misma línea del ecuador no representa el centro de la región más cálida durante todo el año, puesto que ésta varía según el rumbo aparente del sol, extendiéndose al Sur en el invierno y al Norte en el verano; de modo que las zonas de las calmas y los alisios sufren una inclinación ó desviación correspondiente.

Los límites polares de los alisios se encuentran, por término medio, á los 30 grados de latitud al Norte y al Sur del ecuador, hecho que se debe á que las enormes masas de aire caliente que se elevan sobre la zona ecuatorial, al dirigirse hacia los polos y penetrar, por lo tanto, en círculos de latitud cada vez más estrechos, resultan comprimidas y enfriadas, al punto de que bajan hacia la superficie terrestre un poco más allá de los trópicos, donde producen dos zonas de presión atmosférica elevada constante, llamadas *zonas de las calmas tropicales*, en las que toman su origen los alisios propiamente dichos. A los vientos cálidos superiores que soplan desde el ecuador hacia las zonas de calmas tro-

picales, suele llamarse *alisios superiores* ó *contraalisios;* sufren también una desviación, merced á la rotación de la tierra, pero no al Este, como los alisios propiamente dichos, sino hacia el Oeste, porque, con arreglo á la ley de la inercia, conservan en latitudes superiores la mayor velocidad de rotación correspondiente á las regiones ecuatoriales, y soplan, por lo mismo, en dirección de Este á Oeste, con más rapidez que se mueve el globo. Así, pues, el contraalisio del hemisferio septentrional es un viento Suroeste, y el del hemisferio meridional un viento Noroeste. No faltan observaciones directas en las regiones elevadas de la atmósfera, que prueben la existencia de los alisios superiores y su dirección diametralmente opuesta á la de los alisios inferiores; también el aire lleva materias sólidas en forma de polvo, de cuya naturaleza puede deducirse á veces la existencia de dichos alisios superiores. En las regiones tropicales aparecen á veces las nubes á tal elevación, que se encuentran en la región de los contra-alisios, y entonces se mueven en dirección opuesta á la del alisio predominante en la superficie del mar. En lo alto de elevadas montañas, como en el pico de Tenerife, en las Canarias, y Mauna-Loa, en la isla de Hawai, sopla con frecuencia un viento fuerte Soroeste, mientras en la base de las mismas predomina un viento Noroeste; y se ha observado muchas veces, durante una erupción volcánica, que las materias finas son lanzadas á través de la región del alisio inferior y penetran en la del alisio superior que las arrastra en dirección contraria. El 1.º de Mayo de 1812 no fué poca la sorpresa de los habitantes de Barbados al contemplar una lluvia de ceniza, ó polvo volcánico, bajo cuyo peso se rompían las ramas de los árboles; como reinaba á la sazón en dicha isla un viento Noroeste, nadie podía explicarse el fenómeno, hasta que la noticia de la erupción del volcán Garón, en la isla de San Vicente, situada hacia el Oeste, vino á resolver el problema en el sentido indicado. Pero la prueba más patente de la existencia de los contraalisios la tenemos en la erupción del volcán Coseguina, al Sur del golfo de Fonseca, en Guatemala, el 20 de Enero de 1835. Las cenizas fueron llevadas por los aires, de un lado hacia el Nordeste, hasta el golfo de Méjico, cayendo sobre la Jamaica en las calles de Kingston, mientras el viento soplaba allí en dirección precisamente opuesta; al mismo tiempo llegaron las cenizas hacia el Suroeste, hasta el Pacífico, cayendo en alta mar sobre el buque *Conway,* á 1.800 kilómetros del punto de erupción. Cuando el alisio Nordeste se inclina con el sol hacia el Mediodía, se puede observar en el pico de Tenerife que el viento Suroeste baja cada vez más, hasta llegar al nivel del mar, donde predomina entonces durante todo el invierno.

Una parte de las corrientes aéreas que llamamos contraalisios sigue, al parecer, su camino más allá de la latitud de los 30 grados, hasta los polos; pero el fenómeno sólo se manifiesta claramente en el hemisferio meridional, tan pobre en tierra firme. En las zonas templadas del hemisferio septentrional sólo se observa una corriente constante desde el ecuador hasta el polo en las regio-

nes más elevadas de la atmósfera, pues en las inferiores están regidos los vientos por la influencia de las grandes masas de tierra firme. Hasta en el océano Índico se manifiesta claramente la influencia perturbadora de los continentes sobre la regularidad de los alisios; y, hablando en general, puede calificarse la zona templada septentrional, lo mismo que la fría, como la *región de los vientos periódicos y de los ciclones.* Durante el verano, y á consecuencia de un fuerte calentamiento del aire, fórmanse en el interior de los continentes (por ejemplo, en las altillanuras asiáticas) mínimos barométricos muy extensos, que dan lugar, en su torno, á ciclones proporcionales. Por el contrario, durante el invierno los mínimos suelen presentarse sobre los mares y los máximos en el interior de los continentes, y en dicha estación los contrastes, y, por consiguiente, los vientos suelen ser más pronunciados ó fuertes. La dirección de los vientos en una localidad determinada depende naturalmente en cada caso de la situación de la misma respecto del centro del mínimum ó máximum barométrico, y varía, por lo tanto, muchísimo en los diferentes países; mas como la posición de los mínimos y máximos depende de las estaciones del año, en una localidad dada suelen predominar los mismos vientos durante determinados meses. En la India se conocen estos vientos periódicos bajo el nombre de *monsun*, ó *monzón* como decimos en España; el viento estival en la costa de China, por ejemplo, es un monzón del Sudeste, que sopla hacia el gran mínimum barométrico que se encuentra entonces sobre las altillanuras asiáticas; en cambio, en Europa predominan durante la misma época del año los vientos del Oeste, que se dirigen asimismo hacia un mínimum interior. Durante el invierno, por el contrario, predomina en la costa china un monzón del Noroeste, que toma su origen en el máximum barométrico que por esta época se forma sobre el alto Asia; y pertenecen al mismo anticiclón los vientos que al mismo tiempo soplan sobre el mar Mediterráneo desde el Este y el Sudeste. De esta suerte la sucesión de ciclones y anticiclones determina el tiempo, ó sea los fenómenos meteorológicos en la zona templada septentrional.

Como los ciclones son muchísimo más importantes que los anticiclones, en cuanto que originan todas las tempestades, su estudio ofrece un interés especial. En esta rama de la ciencia meteorológica, se ha hecho célebre el físico alemán *Dove* por la formulación de una ley que lleva su apellido, y es la de la *rotación de los vientos;* según ella, en el hemisferio septentrional, gira el viento desde el Sur por el Oeste, Norte y Este, volviendo al Sur, variando más frecuentemente entre Sur y Oeste, y entre Norte y Este une en las demás direcciones; en el hemisferio meridional gira el viento, según Dove, por término medio, en la dirección Sur, Este, Norte, Oeste y Sur, variando más entre Norte Oeste y entre Sur y Este. Esta ley de Dove, con arreglo á la cual gira el viento siempre en la dirección aparente del sol, no es, en realidad, otra cosa que parte de la ley general de la rotación ciclónica que hemos expuesto más arriba, y

según la que giran los vientos sobre el hemisferio boreal en torno de las mínimas barométricas en dirección opuesta á la de las agujas del reloj, y sobre el hemisferio austral en la dirección contraria. Pues bien: las mínimas barométricas llegan á Europa casi siempre desde el Oeste, cruzando el Atlántico, y pasan entre Inglaterra é Islandia hacia las regiones del polo; la mayor parte de Europa se encuentra, por consiguiente, siempre al Sur de una mínima que avanza, por ejemplo, en la línea punteada $_0r$, $_1r$, r_0 de la fig. 327, y á medida que se aproxima y pasa el ciclón experimentamos primero un viento Sureste, luego uno Sur, luego Suroeste, Oeste, y por último uno Noroeste y Norte, como indica la ley de Dove. Pero es evidente que esta ley cesaría de ser exacta si nos encontráramos al Norte de una mínima barométrica, por ejemplo, en Islandia ó Groenlandia, pues allí la rotación de los vientos tiene que verificarse precisamente en sentido contrario, predominando las tempestades del Nordeste y Norte.

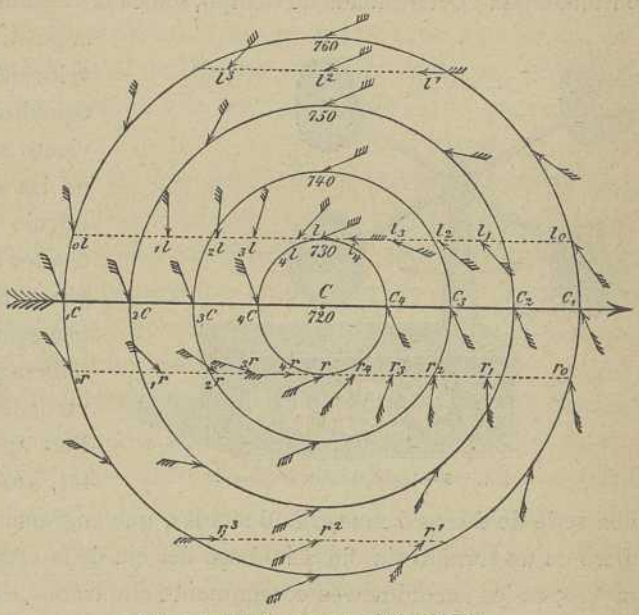


FIG. 327 —Ciclón avanzando de Oeste á Este.
C. Centro del ciclón; los círculos concéntricos representan los isobares; las flechas, la dirección de los vientos en diferentes puntos.

El hecho de que todas las tempestades, inclusos los huracanes más violentos, no son más que torbellinos colosales que alcanzan con frecuencia un diámetro de más de 1.500 kilómetros, y la ley de rotación dentro de estos ciclones, los había descubierto ya el coronel *Read*, que se dedicó primero en 1833 al estudio de los grandes huracanes tropicales, y fué en realidad el fundador de esta rama de la meteorología. El objeto que se propuso este hombre, de instruir á los navegantes respecto de las tempestades y sus leyes, y al mismo tiempo señalarles los medios de sustraerse á sus terribles efectos, no se ha logrado aún, ni con mucho, si bien es posible ya, con ayuda del telégrafo y de los observatorios y estaciones meteorológicos, señalar con alguna anticipación la dirección probable de una tempestad que amenaza, y son numerosos los casos en que semejantes pronósticos han tenido los resultados más beneficiosos.

La velocidad de los vientos se determina actualmente por medio del anemómetro de *Robinson* (fig. 328), que consiste esencialmente en una cruz forma-

da por dos varillas metálicas, que puede girar en torno de un eje vertical y cuyos brazos terminan en cuatro semiesferas huecas, con sus caras convexas dirigidas todas hacia la dirección en que gira la cruz. De donde quiera que sople el viento, alcanzará siempre en un lado del eje de la cruz la concavidad de una de las semiesferas, y en el lado opuesto la parte convexa de otra; y como obra naturalmente con más fuerza sobre el hueco que sobre la convexidad, siempre hará girar la cruz en la misma dirección. El número de vueltas que da la cruz en una unidad determinada de tiempo, indica la velocidad relativa del viento; no la positiva, porque parte de dicha velocidad resulta naturalmente equilibrada por la presión del viento sobre los lados convexos de las semiesferas; mediante el cálculo se ha determinado que, con los brazos de cruz de la longitud usual, el punto central de una semiesfera se mueve con una tercera parte hasta la mitad de la verdadera velocidad del viento. Para apreciar el número de vueltas, está provisto el aparato de una serie de discos ó muestras dentadas, que engranan unas en otras, y el primero en un tornillo sin fin á la base del eje de la cruz, como se ve en la figura 328; en los anemómetros comúnmente empleados, una vuelta del tercer disco señala una velocidad de 24 kilómetros por hora.

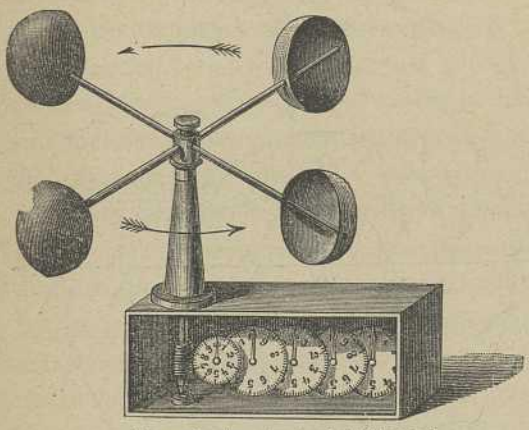


FIG. 328.—Anemómetro de Robinson.]

Dicha velocidad, ó, como se dice vulgarmente, la fuerza del viento, varía extraordinariamente; un viento leve sopla á razón de 50 centímetros á dos metros por segundo; uno mediano tiene una velocidad de tres á cuatro metros, y el viento fresco de los marineros una de cuatro á seis metros por segundo; desde los seis hasta los 12 metros se habla de vientos más ó menos fuertes, y en pasando la velocidad de 12 metros tiene el viento la categoría de una tempestad hasta los 30, que señalan el límite mínimo del huracán, el cual sopla en algunos casos con una velocidad de 50 metros por segundo. Del espanto que despierta una velocidad semejante, habrán podido juzgar aquellos de nuestros lectores que hayan leído alguna descripción de un huracán en las Indias occidentales, donde el fenómeno suele desarrollarse con una violencia pasmosa. La época de los huracanes en el Atlántico septentrional, dice Jansen, coincide con los monzones africanos; y en la misma estación del año en que predominan los monzones en la parte septentrional del Océano Indico, en el mar de China y la costa occidental de la América central, todos los mares del hemisferio boreal tienen ese período de huracanes, el cual se presenta, por el contrario, seis meses

más tarde en la parte meridional del océano Indico, cuando predomina en las Indias orientales el monzón del Noroeste. Los *teifunes* ó *tifones* del mar de China, así como las tempestades del de la India, ofrecen con frecuencia cuadros de destrucción terribles. La perturbación del equilibrio atmosférico tiene su origen en tales casos en las áridas altillanuras de Asia; y citaremos tan sólo el ejemplo de un pequeño torbellino que el 8 de Abril de 1833 pasó entre Calcuta y el mar, en una anchura de 400 á 800 metros no más; á pesar de dimensiones tan exiguas, su intensidad fué tal, que en el espacio de cuatro horas, y en una distancia de 120 kilómetros, causó la muerte á 215 personas, produjo 223 heridos más ó menos graves y derribó 1.239 casas. Ante violencia semejante, claro está que un barco en el mar, por grande que sea, es poco menos que un mero juguete.

Corrientes marinas.—Las leyes á que obedecen las corrientes marinas son esencialmente distintas de las que rigen las aéreas, pues mientras que éstas se hallan determinadas casi exclusivamente por diferencias de temperatura, sólo responden á tal causa en el mar ciertas corrientes muy lentas, como la de las aguas polares hacia las profundidades de los océanos tropicales, de que hablamos anteriormente. Semejantes corrientes compensadoras marinas tienen á la fuerza que ser lentas á lo sumo, hasta el punto de no merecer el nombre de corrientes marinas propiamente dichas, porque el agua es un conductor malo del calor, y se mueve con mucha más dificultad que el aire; y lo propio reza con las corrientes que se producen entre los océanos y los mares interiores, en virtud de la diferencia de salinidad. Por ejemplo, el agua poco salina, y por consiguiente, relativamente ligera, del Báltico, fluye continua, aunque lentamente, á la superficie desde dicho mar al del Norte, pasando por el estrecho del Sund, entre Suecia y Seelandia; mientras que el agua salada del mar del Norte penetra por el fondo en el Báltico, á través del estrecho más profundo del Belt, entre las islas de Seelandia y Fünen.

Las grandes corrientes marinas propiamente dichas, como la llamada del Golfo, que tanta importancia tienen para la navegación, no deben su origen á la compensación de temperatura, ni á la rotación de la tierra, como suponía Maury, sino que están determinadas por la influencia de los vientos regulares que soplan continuamente desde millares de años, siendo los principales entre ellos los alisios. El mérito de haber demostrado la verdadera causa de las corrientes marinas corresponde á *Zoeppritz*; sus investigaciones, relativamente recientes, dieron por resultado que dichos vientos regulares no sólo ponen en movimiento la masa superficial de los océanos, sino que, durante el transcurso de millares de años, el movimiento de las capas superiores tiene que haberse transmitido poco á poco, y en grado cada vez menor, á las capas más profundas del mar, de modo que gran parte de las aguas oceánicas se halla en movimiento regular desde tiempo inmemorial. Como el Océano tiene su mayor

extensión en la región de los alisios, son principalmente estos vientos los que, soplando desde Nordeste y Sudeste, imprimen á la masa entera de agua de la zona ecuatorial un movimiento de Este á Oeste, que se conoce con el nombre de *corrientes ecuatoriales*. La rotación del globo no puede ser la causa de estas corrientes, porque el agua es un cuerpo demasiado pesado para quedar muy á la zaga de la rotación de la masa sólida de la tierra. Pero como las masas de agua, puestas en movimiento por los alisios desde millares de años, chocan contra los continentes, se dividen, desviándose ó tomando un rumbo diametralmente opuesto. Varios brazos de las corrientes ecuatoriales fluyen hacia los polos, llevando á las regiones glaciales agua relativamente caliente, y dando lugar, por lo tanto, á la formación de corrientes contrarias de agua fría, desde las regiones polares hacia el ecuador. Las irregularidades que se observan en las corrientes aéreas constantes no se transmiten en el mismo grado á las marinas, á consecuencia del movimiento mayor de inercia que reside en el agua; antes por el contrario, sólo influyen sobre la dirección de las corrientes marinas las direcciones medias de los vientos.

Las corrientes marinas que mejor se conocen son las del Océano Atlántico. La gran corriente cálida ecuatorial que fluye de Este á Oeste en ambos lados del ecuador, se divide en el cabo Roque en dos brazos, de los que uno se desvía hacia el Sur, siguiendo la costa del Brasil, y el otro se encamina hacia el Noroeste, penetrando en el mar de Caribes. En éste y en el golfo de Méjico, las aguas de dicha corriente adquieren una temperatura elevada; y como al seguir su camino se ven obligadas á pasar por el estrecho que separa la isla de Cuba de la península de la Florida, toman la notable velocidad que conservan en su curso ulterior hacia el Nordeste. Tal es el origen de la corriente más importante del océano Atlántico, que se conoce bajo el nombre de *corriente del Golfo*. Al salir del estrecho de Florida, tiene una anchura de unos 38 kilómetros y una velocidad de unos siete kilómetros por hora; enfrente del cabo Hatteras (35° de latitud Norte) ha alcanzado ya la anchura de 525 kilómetros, mientras que su velocidad ha disminuído hasta unos cuatro por hora; entre los 37° y 40° de latitud equivale dicha anchura á 645 kilómetros, y más allá sigue en aumento. En el estrecho de Florida la profundidad media de la corriente caliente es más de 300 metros, elevándose la temperatura del agua á 21° centígrados. Bajo la latitud de los 50° la corriente del Golfo se divide, pasando un brazo entre Islandia y las islas Británicas y Noruega, mientras que el otro brazo se vuelve hacia Sureste, alcanza la costa de Europa y el estrecho de Gibraltar, y al seguir por la costa occidental de Africa acaba por unirse de nuevo á la corriente ecuatorial. De esta manera queda cerrado el inmenso círculo que encierra una gran extensión de agua tranquila, ó sea el llamado mar de Sargasso, que debe su nombre á las masas de algas del género *Sargassum* que en él se acumulan y vegetan, obstruyendo á veces grandemente la navegación.

De lo dicho respecto de la corriente del Golfo, es evidente que los buques de vela europeos, al dirigirse bastante al Sur para alcanzar la corriente ecuatorial, se ven favorecidos á la vuelta por la corriente del Golfo. Pero también debemos advertir que sólo la parte inicial de esta gran corriente es fija; pues más al Norte suele variar su dirección según la estación del año, y alcanza en Septiembre su límite más septentrional. Inmediatamente de la costa Nordeste de la América del Norte, circula una corriente potente y fría, dirigiéndose de Norte á Sur, que se llama corriente del Labrador; y en la punta extrema de la América meridional fluye asimismo una corriente polar ó fría, encaminándose de Sur á Norte.

En el Océano Pacífico se divide la poderosa corriente ecuatorial en dos brazos principales, merced al continente australio y los archipiélagos de aquella región.

El brazo meridional fluye entre Nueva Caledonia y Nueva Zelandia hacia el Sur, costeando el Mediodía de Australia y desviándose una rama por la costa occidental de Nueva Zelandia. El brazo septentrional toca de paso el lado oriental de las islas Filipinas y del Japón, y tomando allí el nombre de *Kuro Siwo*, se dirige, á la manera de la corriente del Golfo, hacia el Nordeste hasta el estrecho de Bering, describe un gran arco por la costa occidental de la América del Norte y se encamina al Sur hasta incorporarse á la corriente ecuatorial, cerrando así su círculo. La corriente polar que penetra en el Pacífico por el estrecho de Bering, sigue al Este la costa americana y al Oeste la asiática, mientras que las aguas del océano glacial austral dan lugar á una corriente en dirección de Oeste á Este, hasta los 30°, que se desvía hacia el Norte en las costas de Chile y Perú, enviando una rama en torno del cabo de Hornos hacia el Atlántico.

En cuanto al Océano Indico, la corriente ecuatorial, que alcanza la costa oriental de Africa, se dirige en parte hacia el Norte en dirección al cabo Guardafui, y en parte al Sur hasta el cabo de Buena Esperanza, donde se vuelve atrás, cerrando su círculo entre los 30 y 40 grados de latitud Sur.

Al empezar estas consideraciones acerca de la exploración científica del mar, tuvimos ocasión de recordar los relevantes servicios del eminente americano Maury; y no podemos cerrarlas sin insistir sobre el mérito, muy especialmente suyo, de haber proporcionado á los navegantes reglas precisas, merced á las cuales los rumbos antes usuales se han acortado grandemente, con gran economía en tiempo y dinero. El camino marítimo de Nueva York á San Francisco de California, por ejemplo, es uno de los más difíciles y largos que se conocen, pero que se ha hecho mucho más fácil y llevadero, merced á los estudios de Maury; asimismo las reglas sentadas por él han dado lugar á un ahorro de 10 días en el camino de Europa á América, de 15 en el de nuestro continente á Australia, y de 40 en el viaje de Europa á California.



LAS RIQUEZAS SUBMARINAS

Los tesoros del mar y su importancia.—Ostras y ostricultura.—Las perlas y el nácar.—Pesca del coral.—Pesca de la esponja.—Recolección de las algas marinas.

De algunos años á esta parte acuden anualmente muchos hombres de ciencia, de nacionalidad diversa, á las costas del Mediterráneo, con el fin de estudiar en su propio elemento los organismos marinos, siguiendo las diferentes fases de su desarrollo. En varios puntos favorables de dichas costas, como Nápoles, Marsella y Trieste hanse fundado las llamadas Estaciones Zoológicas, esto es, laboratorios dotados de todos los medios de la ciencia moderna necesarios para la disección y observación de aquellos organismos; la ya célebre Estación de Nápoles, de carácter internacional, que se estableció en 1872, y á cuyo sostenimiento contribuye el Gobierno alemán con una subvención anual de 37.500 pesetas, es un modelo del género, comprendiendo grandes acuarios, piezas de estudio para 50 personas, una rica biblioteca, lanchas de vapor y botes para facilitar las observaciones en el mar mismo; en una palabra, todo cuanto pueda contribuir al mejor éxito de tan interesantes investigaciones; las cuales no se practican únicamente con el objeto de fomentar la ciencia zoológica, sino que

tienen inmensa importancia práctica para la humanidad en general, pues cuanto más progresa el estudio del mundo orgánico de los mares, tanto más se evidencia su inagotable riqueza en animales y plantas útiles, capaz de proporcionar una abundancia de alimento muy superior á la que ofrece toda la tierra firme.

Desgraciadamente, el mar es todavía en cierto modo una región desconocida para el hombre, pues le faltan aún á éste los medios necesarios para poder aprovechar, cual le convendría en pró de su existencia, la enorme cantidad de alimentos que le brindan las aguas; lo que el hombre logra sacar del mar en la actualidad, por mucho que pueda parecernos en vista de ciertas estadísticas, es no más que una proporción ínfima de la riqueza total; tanto, que cabe decir, sin incurrir en exageración, que en el mar está, en parte, el porvenir del género humano. Pero para que el hombre pueda llegar á hacerse dueño de esos tesoros, le es necesario, ante todo, tener conocimientos más exactos acerca de los organismos marinos, perfeccionar sus métodos de pesca é inventar la navegación submarina; ésta última apenas ha entrado aún en el período de prueba; pero de diez años á esta parte se han hecho tan grandes progresos en el estudio de los animales marinos y en los métodos de su pesca, que los productos de ésta han aumentado ya considerablemente. En este terreno la ciencia y la práctica trabajan de consuno del modo más laudable, en la seguridad de alcanzar resultados aún más beneficiosos.

Apenas hay una clase de animales marinos que no contenga numerosas especies comestibles; las pescaderías y los mercados italianos ofrecen ya al consumidor, como *frutti di mare,* una gran variedad de organismos ínfimos, y más cerca del ecuador maravilla el observar cómo poblaciones costaneras enteras se alimentan casi exclusivamente con moluscos, crustáceos y equinodermos, sin hablar de los peces ó de aquellos holoturios, conocidos con el nombre de *trepang*, que en el archipiélago malayo y en China se consideran como un manjar de gran delicadeza y constituyen un artículo importante de comercio.

En este trabajo vamos á considerar en primer término los organismos marinos útiles que viven adheridos al fondo del mat ó á los peñascos de sus costas, y que el hombre sólo tiene que cosechar, digámoslo así, sin necesidad de sembrar, en la mayoría de los casos; después trataremos de la pesca propiamente dicha.

Entre aquellos organismos, tenemos, en primer término, los moluscos, que constituyen una clase sumamente rica en especies, de las que muchas se comen en los países cálidos, incluso los mediterráneos, siendo los más comunes los caracoles y las almejas. De estos últimos se utilizan en la cocina europea unas sesenta especies diferentes, principalmente de los géneros *Pecten*, *Cardium* y *Mytilus;* el mejillón común *(Mytilus edulis)* se adhiere, mediante un pie provisto de una glándula fibrosa, á piedras y pilotes, y por su abundancia y baratura constituye en

Italia, Francia, Holanda y Alemania un alimento común del pueblo; de Tarento, por ejemplo, salen todos los años para diferentes mercados europeos, más de millón y medio de kilogramos de dicho mejillón, conservado de diversas maneras. En algunos puntos de las costas de Francia, verbigracia, cerca de Aiguillón, se practica desde el siglo XIII una especie de cría de dicho molusco, fijando en el agua, en la región del flujo y reflujo, series de zarzos, llamados *bouchots*, de unos sesenta metros de largo, á los que se adhieren los mejillones, los cuales se recogen ó recolectan periódicamente, y su valor se eleva á más de un millón de francos anuales. En el golfo de Kiel y algunos otros del Schleswig Holstein, se hincan en el fondo del mar alisos enteros, desprovistos de sus ramitas más delgadas, arrancándose de nuevo cada invierno para recoger los mejillones que se han adherido á en ellos.

OSTRAS Y OSTRICULTURA

De todos los moluscos comestibles, las *ostras* son los más estimados, atendida la bondad de su carne, y los que tienen la mayor importancia desde el punto de vista económico-nacional. Viven en casi todos los mares de las zonas templadas y cálidas, y pueden criarse fácilmente en puntos adecuados de las costas; se encuentran á corta profundidad en colonias de millones de individuos, adheridos, por la valva mayor de su concha, á las rocas, ó unidos entre sí, ó bien descansan sobre el fondo arcilloso ó arenoso, constituyendo en ambos casos los llamados bancos de ostras.

Como lo demuestra el sinnúmero de conchas de ostra abiertas que se encuentran en los *kjökkenmöddings* daneses, esos inmensos montones de desperdicios prehistóricos de que hablamos en la Introducción general á esta obra (véase el tomo I, pág. 18), la ostra constituía ya un alimento importante de ciertos primitivos pobladores de Europa. También apreciaban mucho este molusco los antiguos griegos y romanos, y en su villa ó casa de campo en la costa de la Campania tenía Lúculo grandes parques de ostras, es decir, lagunas en las que se criaban éstas; refiérese que el emperador romano Vitelio era capaz de comerse mil ostras durante una sola comida; pero esto es evidentemente una exageración. En la actualidad, en el interior de nuestro continente, el consumo de ostras procedentes de Holanda, Inglaterra, el Holstein, Jutlandia y Francia es en cierto modo un lujo que sólo se permiten personas relativamente ricas, atendidos los precios elevados del molusco. En Londres, y durante la estación que empieza á mediados de Agosto, se venden muy baratas en las calles, clases inferiores de ostra; y en Billingsgate, que es el gran mercado de pescado de aquella metrópoli, se ven llegar todos los días enormes cantidades, pues se evalúa el consumo en unos quinientos millones de ostras al año. Allí se tiene ocasión de conocer las diversas variedades de ostras que son objeto del comercio, que no

se diferencian menos por su gusto, el cual varía mucho según la procedencia del molusco, su edad y la clase de alimento á que estaba acostumbrado. Las variedades más finas y estimadas son las inglesas de Colchester, Whitstaple y Hayling, celebrando también los gastrónomos la procedente de Ostende, en Bélgica; y, en general, es evidente que la ostra prospera muy bien en el canal de la Mancha. En París, que hace un consumo anual de 75 á 132 millones de ostras, se aprecian más especialmente las que proceden de Auray y Arcachón, mientras que los alemanes muestran predilección por las del Holstein. Respecto de su valor nutritivo, la carne de la ostra equivale á la de ternera y de cerdo, pero contiene más ácido fosfórico; se halla en sazón durante el invierno y la primavera, siendo mucho menos sabrosa en el verano, ó sea la época de la procreación; la ostra muerta se descompone rápidamente, y al cabo de pocas horas ya no se puede comer.



FIG. 329.—Ostra común.

El consumo del molusco de que hablamos ha crecido tanto en los últimos decenios, que la capacidad productiva de muchos conocidos bancos ha disminuído notablemente á consecuencia de una pesca demasiado activa; en su vista, se ha dedicado atención preferente al estudio de la ostra y su modo de vivir, con el objeto de criarla artificialmente y poder hacer frente al consumo creciente. Una de las primeras autoridades en la materia es el célebre zoólogo Moebius, de cuyos escritos extractamos los siguientes datos.

Familiaricémonos un poco, en primer lugar, con la ostra misma, es decir, con la especie común comestible *(Ostrea edulis)* (fig. 329), pues existen otras muchas. Nuestro grabado representa, en tres cuartos del tamaño natural, una ostra del Holstein, de unos diez años de edad, descansando en la valva izquierda de su concha y quitada la valva derecha, más plana, que de otro modo taparía por completo al animal; próximamente en el centro se ve el músculo (en forma de haba) mediante el cual se cierra la concha; en la parte superior, á la derecha, está la boca, y en torno del cuerpo se extiende la llamada barba, que se compone de las cuatro branquias, cuyas pestañas promueven la introducción del agua y al mismo tiempo la de las sustancias alimenticias. La ostra es hermafrodita, es decir, que reune en sí los dos sexos; los huevos fecundados, que constituyen una masa á manera de nata, permanecen entre los bordes del manto

y las branquias durante cuatro semanas próximamente, y después de nacida la cría se adhiere pronto á las piedras ú otros objetos. La época de la procreación varía, según la localidad, entre Abril y fines de Agosto, razón por la cual la pesca de la ostra en la mayoría de los bancos está prohibida durante los meses sin *r*. La fecundidad de este molusco es prodigiosa, pues según Moebius, una sola ostra puede procrear cerca de un millón de individuos; el crecimiento del animal en los bancos naturales procede con lentitud, sobre todo desde el segundo año en adelante; una ostra del Holstein de nueve centímetros de alto tiene de siete á diez años, y las mayores pueden tener veinte años ó más; la fig. 330 representa ostras de diferentes edades: *A*, de diez meses y más; *B*, de seis á diez meses; *C*, de tres á cuatro; *D*, de dos meses, y *E*, de un mes.



FIG. 330.—Ostras de diferentes edades.

Las condiciones precisas para que puedan prosperar los bancos de ostras no se dan sino en muy pocos puntos de las costas. En primer lugar, el fondo, que no debe hallarse á más de 20 metros de profundidad ni á menos de cinco, á fin de que los bancos del molusco permanezcan siempre cubiertos de agua durante el reflujo, debe ser firme y no estar expuesto á cegarse con arenas ó légamos; además, y tratándose de bancos relativamente someros, son perjudiciales las tempestades que remueven el agua hasta el fondo, así como el calor y el frío extremos. Hay que tener en cuenta también que la ostra necesita una salinidad del agua equivalente al 1,7 por 100, por lo menos, de modo que no puede prosperar en mares interiores, como el Báltico, por ejemplo. En diferentes puntos de la costa occidental de Francia, como Arcachón, Ile de Ré, Cancale, Vaast de la Hougue, Auray y Marennes, así como en el Canal de la Mancha y la costa Sudeste de Inglaterra, cerca de la desem-

bocadura del Támesis, son sumamente favorables las condiciones para la cría en cuestión.

La ostricultura propiamente dicha, esto es, la cría artificial del molusco desde el huevo, no se practica más que en Arcachón, pues en los demás puntos donde, hace unos treinta años, se emprendió con gran ardor, los resultados prácticos fueron negativos, y las cuantiosas sumas invertidas no produjeron más que desengaños. En dicho punto de la costa francesa y sitios á propósito, se bajan al fondo tejas revestidas de cemento, y entre ellas se colocan, en el mes de Mayo, cierto número de ostras madres; en Octubre se recogen las tejas

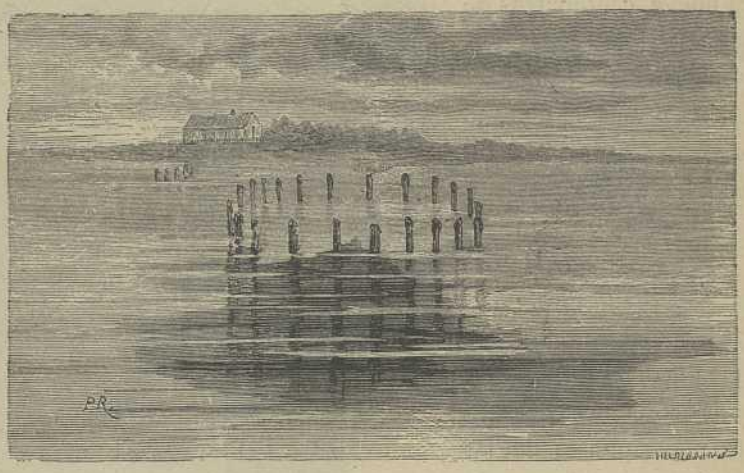


Fig. 331.—Banco artificial de ostras en la laguna de Fusaro.

y se separan de ellas las ostras jóvenes, que se colocan en grandes cajones de madera, con piso de tela metálica y tapa, que se fijan en pequeños estanques excavados á propósito, de modo que queden un poco levantados sobre el fondo; dichos estanques se encuentran en la región de la marea, pero están dispuestos de modo que el agua quede en ellos siempre al mismo nivel. De cuándo en cuándo se limpian las ostras jovenes, y al cabo de dos meses se sacan de los cajones, extendiéndolas sobre el fondo de los estanques y cubriéndolas con redes á fin de preservarlas contra sus enemigos naturales; después de dos años han alcanzado el tamaño deseado, y entonces se llevan al mercado. Semejante ostricultura es fastidiosa y costosa en sumo grado, siendo sólo posible en costas especialmente adaptables; en las inglesas y alemanas no podría practicarse, entre otras razones, porque las grandes mareas y las tempestades destruirían pronto los estanques. En la laguna de Fusaro, cerca de Nápoles, se practica con éxito una especie de ostricultura, esparciendo primero sobre el fondo cierta cantidad de conchas de ostras y otros moluscos, luego bajando faginas sujetas á pesadas piedras, en torno de las que se hinca una serie de pilotes (fig. 331), y



Pesca de la ostra en la costa de Francia.

entonces, en la primavera, colocando ostras madres dentro del recinto; la cría se adhiere á las faginas que, al cabo de un tiempo determinado, se sacan, trasladando las ostras jóvenes á otros sitios á propósito de la costa.

Salvo, pues, en Arcachón, Fusaro, y tal vez algún otro punto de que no tenemos noticia, la ostricultura se reduce en la actualidad á la traslación de ostras relativamente jóvenes desde los bancos naturales más ó menos expuestos en sitios poco favorables, á grandes lagunas ó estanques artificiales, ó bien á bancos naturales convenientemente situados, donde se pueden cebar y cuidar con facilidad. En Francia se cogen las ostras de un año de edad y se depositan en las llamadas *claires*, ó sean grandes estanques cuyas paredes y fondo se consolidan con madera ú otros materiales, y que se hallan en comunicación con el mar mediante canales y esclusas. El agua se muda dos veces al mes cuando menos, y al mismo tiempo, y con objeto de limpiarlas, se trasladan las ostras de un estanque á otro; además se toman las medidas convenientes para alejar los enemigos del molusco, entre los cuales las estrellas de mar y los caracoles de espina son los más perjudiciales; al cabo de tres ó cuatro años están las ostras gordas y en condición de ser llevadas al mercado. Los parques de ostras más considerables de este género se encuentran en Marennes, en la desembocadura del Sundre, y sus productos son muy estimados por los gastrónomos, distinguiéndose la ostra por su color verde, que procede, al parecer, de ciertos alimentos vegetales. Ostende, en Bélgica, es también célebre por sus parques de ostras ó *huîtrières*, en los que se reunen, limpian y ceban las de diferentes procedencias en aquellas costas, inclusas las inglesas de Colchester, y Harwich, surtiéndose los mercados en todas las épocas del año. En Inglaterra se practica menos la ostricultura en estanques, prefiriendo la traslación de las ostras jóvenes desde los bancos apartados y expuestos á otros que se encuentran en sitios favorables, donde el alimento es más abundante y se pueden limpiar y proteger contra sus naturales enemigos.

Cerca de la desembocadura del Támesis se encuentra el pequeño puerto de Whitstable, cuyos habitantes viven hace siglos de la pesca de la ostra, perteneciendo en su mayoría á una especie de sociedad ó gremio, cuya fundación se remonta, según se afirma, al siglo X ó XI; sólo son admitidos en su seno los hijos demiembros anteriores, y cuenta en la actualidad más de 400 socios, con 120 barcos de 14 toneladas por término medio. En 1793 concedió el Parlamento inglés á dicha Sociedad el derecho exclusivo sobre los bancos de ostras vecinos, que se extienden inmediatamente delante del puerto en un espacio de unos 10 kilómetros cuadrados, protegidos contra el viento del Este por un gran banco de arena. La pesca se verifica con rejas especiales, provistas de una red (fig. 332), que se enganchan, mediante una cuerda ó cadena, á los barcos, siendo arrastradas sobre el fondo por éstos á impulso del viento, como indica la lámina XX. Durante los meses de veda, se ocupan los pescadores en coger estrellas de mar,

que se alimentan de ostras y causan, por lo tanto, mucho perjuicio en los bancos. Otra localidad, célebre por sus ostras, es Herne Bay; y en toda la región al Sur de la desembocadura del Támesis se ocupan constantemente en esta pesca unos 3.000 hombres. El valor de la flotilla pescadora de Whitstable se eleva á más de 600.000 pesetas, mientras que el de aquel parque de ostras se calcula en unos cinco millones. También la isla de Hayling, cerca de Portsmouth, produce ostras tan finas y excelentes como Whitstable. Según Brown y Goode, las islas Británicas produjeron en 1881 la enorme cantidad de 1.600 millones de ostras, por valor de más de 100 millones de pesetas; en el mismo año produjo Francia

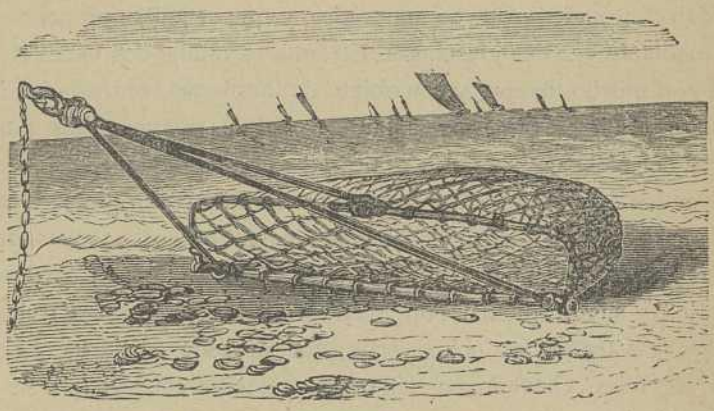


FIG 332.—Reja para la pesca de la ostra.

680 millones de ostras, por valor de 17 millones de pesetas, ocupando en su pesca y cría 29.451 personas. En cuanto á Alemania, sólo se encuentran bancos de ostras considerables y productivos en la costa occidental del Schleswig-Holstein, especialmente cerca de Föhr y Amrum, donde la producción anual se eleva á unos tres millones de ostras. En el Mediterráneo, las mejores ostras proceden de nuestras costas y del golfo de Tarento, en Italia; pero en muchos casos son especies distintas de la *ostrea edulis*, propiamente dicha, y no son comparables con las inglesas y francesas.

La pesca de la ostra en los Estados Unidos alcanza actualmente proporciones colosales, y Baltimore es el centro de un comercio considerable de dicho molusco. Más de 600 barcos de 10 á 12 toneladas y 1.600 barcos menores se hallan empleados exclusivamente en dicha pesca en la bahía de Chesapeake, donde los bancos de ostras pueden calificarse de inagotables, puesto que ocupan una extensión de 7.500 kilómetros cuadrados. Más de cien casas comerciales de Baltimore se ocupan en la exportación de los ostras, que se conservan frescas en latas herméticamente cerradas; hay casa que emplea de 400 á 600 personas, y una muchacha hábil puede ganar de dos á tres duros diarios abriendo ostras; esto es, quitando las conchas. Según Brown y Goode, la industria ostri-

cultora ocupa en los Estados Unidos á 52.800 personas, produciendo anualmente 5.500 millones de ostras, por valor de más de 150 millones de pesetas. En la costa de California y bahía de Shoalwater se encuentran también extensos bancos de dicho molusco. La ostra americana es una especie distinta de nuestra ostra comestible común, más pequeña y no de tan buen sabor; en cambio resulta mucho más barata, por cuya razón se exporta en gran cantidad á Europa. Recientemente ha ensayado Moebius la aclimatación de la ostra americana en el mar Báltico, en vista de que puede prosperar en aguas menos saladas que la *ostrea edulis* de nuestros mares; pero aún no se conocen los resultados de dicho ensayo.

LAS PERLAS Y EL NÁCAR

Después de la ostra, el molusco que más ocupación proporciona al hombre es la madreperla *(Meleagrina margaritifera*, fig. 333). La perla oriental ha sido desde los tiempos más remotos un objeto de adorno predilecto de la mujer, y todavía se estima mucho y se paga muy caro. En la antigüedad rayaba en delirio la afición de adornarse con perlas, y las personas pudientes gastaban millones en artículo tan codiciado, ostentándolo, no sólo en forma de collares, sino también cubriendo con él sus vestidos, tocas, zapatos, arreos de montar, armas, coches, etc. También se atribuía á la perla virtudes medicinales y secretas, supersticiones que se conservan aún entre los pueblos de Oriente, si bien la perla se compone de la misma sustancia que la concha de su molusco y la inmensa mayoría de las conchas de mar, de agua dulce y terrestres, inclusa la de nuestro humilde caracol, es decir, de carbonato de cal.

En la antigüedad procedían las perlas orientales de las aguas del Golfo Pérsico y las Indias orientales; actualmente se encuentran los bancos más ricos de madreperla en la costa occidental de la isla de Ceilán, entre los 8 y 9 grados de latitud Norte, cerca de las playas tan bajas é insalubres de Condatchy, Aripo y Manaar. La pesca de la madreperla se halla bajo la vigilancia del Gobierno, que monopoliza su producto, reservando para sí las tres cuartas partes de la cosecha; de modo que los pobres buzos indígenas sólo obtienen una recompensa exigua á cambio de los peligros que arrostran para arrancar el molusco del fondo del mar. Sin embargo, en Aripo se celebra dicha pesca, que empieza á principios de Febrero y dura más de veinte días, como una fiesta popular, y la faena consiste en lo siguiente: después que los barcos (fig. 334) se han situado en los puestos determinados, los buzos, generalmente en número de diez para cada barco, se echan al agua sujetos cada uno á una cuerda, llevando una cestita en la cintura y provistos de un cuchillo para separar las conchas de la roca y también para defenderse contra los tiburones. El buzo se tapa los oídos y las cavidades nasales con algodón ó cera, llena sus pulmones de aire mediante una

inspiración fuerte, lleva en la boca una esponja impregnada en aceite y se tira entonces al fondo, ó sea á una profundidad de 20 á 24 metros, donde se encuentran los bancos del molusco. Una piedra pesada sujeta á la cuerda faci-

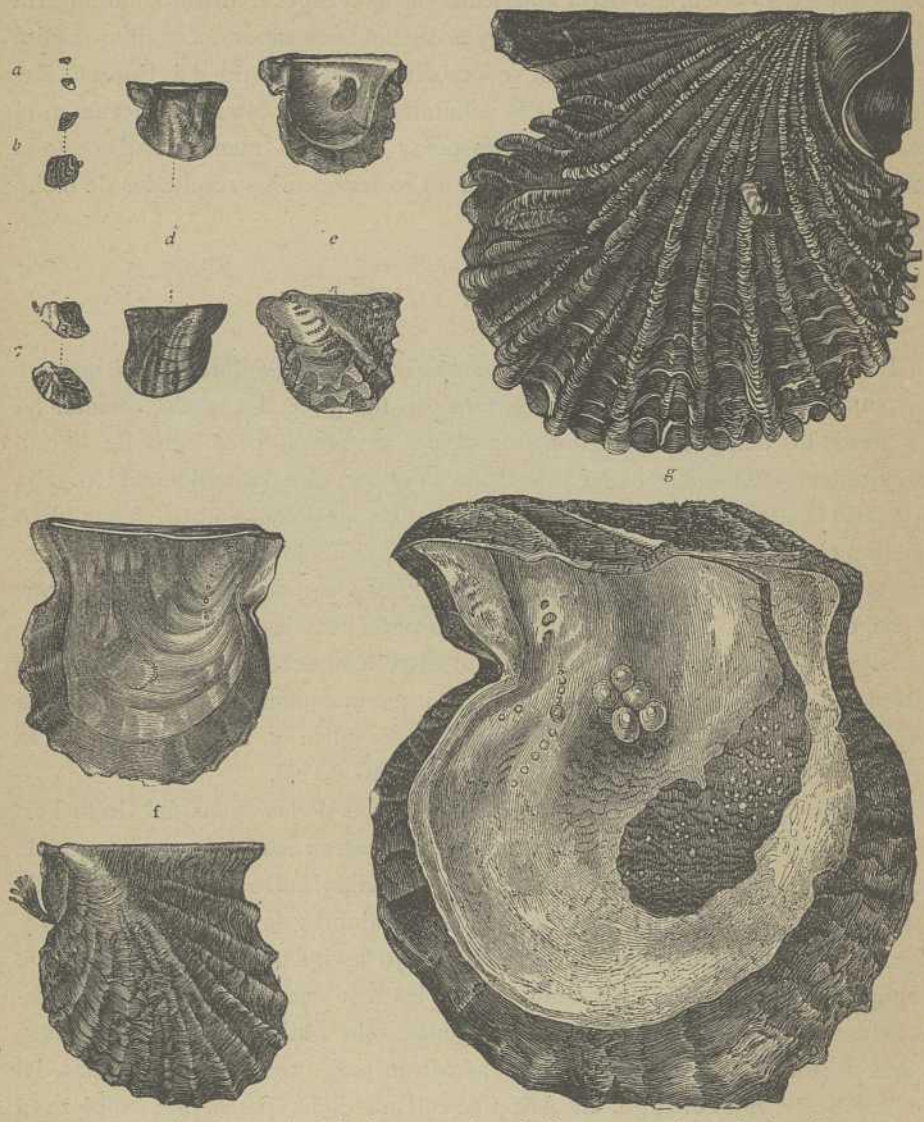


FIG. 333.—La madreperla: *a*, en la edad más temprana; *b*, en el primer año; *c*, en el segundo; *d*, en el tercero; *e*, en el cuarto; *f*, en el quinto, y *g*, en el sexto.

lita el descenso, y en el acto de llegar al banco el buzo procura llenar su cesta de conchas con la rapidez posible; cuando no resiste más la falta de aire, esto es, generalmente al cabo de 50 á 60 segundos, sacude su cuerda, é inmediatamente le eleva hasta la superficie el compañero que vigila en el barco. De este modo alternan los buzos en faena tan expuesta durante cinco ó seis

horas, sin remisión, al cabo de las cuales ha recogido cada uno de mil á cuatro mil moluscos; en los casos más favorables recoge un buzo de una vez en su cesta de 100 á 150 conchas.

Pero no todos los moluscos que se pescan contienen perlas, y si bien los pescadores atribuyen gran valor á ciertas señas externas de la concha para la apreciación de su contenido, la verdad es que, salvo casos excepcionales, sólo se puede conocer el resultado después de muerto el animal, porque posee



FIG. 334.—Pesca de perlas en la isla de Ceilán.

músculos tan fuertes, que la separación violenta de las dos valvas de la concha no se verifica sin dificultad y riesgo. Actualmente los agentes del Gobierno venden en pública subasta las tres cuartas partes del producto de la pesca que les corresponde, clasificando los moluscos en montones, con arreglo á su tamaño y otros indicios exteriores; de modo que sucede con frecuencia, en esta especie de lotería, que un comerciante rico, después de invertido un dineral en la compra de centenares de conchas, no encuentra en ellas una sola perla de valor, mientras que un pobre pescador que sólo ha podido comprar media docena, se hace rico en un momento.

Para obtener las perlas, se extienden los moluscos sobre la arena de la playa ó las azoteas de los almacenes, de modo que el animal muere pronto bajo

la influencia de los ardientes rayos del sol, descomponiéndose rápidamente y abriéndose su concha. Entonces es preciso revolver la masa en putrefacción para encontrar y separar las perlas, operación desagradable que en muchos casos no produce el resultado apetecido, pues no sólo suelen las conchas no contener perla alguna, sino que las perlas varían mucho de tamaño, desde el de una cereza hasta el de un grano de adormidera, y las más grandes son muy raras. Se calcula, por lo general, que, entre mil moluscos, sólo se encuentra una perla gruesa ó de valor, que alcanza por excepción el tamaño de un huevo de paloma; las perlas gruesas se venden aisladamente; las medianas en partidas de más ó menos peso, mientras que las más diminutas se calcinan para los ricos malayos, que mezclan esa cal tan preciosa con betel y la nuez de areca, masticando el conjunto para aromatizar su aliento, costumbre muy común en Oriente. En cuanto á la forma de las perlas, las esféricas son las más apreciadas, si bien se estiman también mucho las de forma de huevo, pera, cebolla, etc., con tal que sean perfectamente regulares; las irregulares tienen mucho menos valor. El color varía también bastante, siendo el predilecto ese blanco mate particular, con visos parecidos á los de la plata, que llamamos color de perla; además hay perlas azules, amarillentas, rosadas y pardas, y las negras, que son las más raras, suelen pagarse más caras que las blancas.

Cuando se tiene en cuenta que en el espacio de veinte años cada bote de las costas de Ceilán ha sacado del mar 400.000 madreperlas, por lo menos, y que en diferentes puntos del globo se pescan al año más de veinte millones, no es extraño que muchos bancos de perlas se hayan agotado; tal sucedió en una época relativamente reciente con los de aquella isla; pero en los últimos tiempos y á consecuencia de una administración más racional, han vuelto á reponerse. Las investigaciones recientes del doctor Delaorts han dado lugar al pensamiento de fomentar la cría de la madreperla en las costas meridionales de Francia, y repoblar artificialmente los bancos agotados, como los de Margarita y Cubagua en el golfo de Panamá; pero por el pronto tropiezan semejantes proyectos con grandes dificultades.

En otros tiempos traían anualmente los españoles de las costas orientales de la América meridional perlas por valor de unos tres millones de pesetas, y hace tres siglos se componían varias calles de Cartagena casi exclusivamente de tiendas de comerciantes en perlas. La pesca de que tratamos ha conservado en los mares de Persia y Rojo su antigua importancia hasta nuestros días, á pesar de que en el Golfo Pérsico cualquiera puede pescar perlas mediante el pago de un modesto cánon, y hallan ocupación en dicha faena, durante la época prescrita, unos 30.000 hombres. Los bancos de perlas de esta región se extienden desde Sharja hasta las islas Biddulph, en una longitud de 500 kilómetros; hay otros en Bahrein, más al Noroeste, pero son mucho menos extensos. Otra región, conocida desde antiguo por su riqueza en madreperla, es la del llamado mar de

Púrpura, en la costa occidental de Méjico, ó sea en el océano Pacífico; entre el cabo Pichilingue y la isla de Cerralbo se halla el fondo del mar materialmente sembrado del molusco de la perla, abundando los corales, y en algunos puntos la esponja común. En vista de esta riqueza de productos marinos, suelen juntarse anualmente en aquella costa más de 200 buques, algunos de los cuales se han llevado perlas por valor de 200.000 pesos; según los últimos datos, el producto anual se evalúa en unos 2.250.000 pesetas. La pesca de la madreperla tiene lugar aquí, como en Ceilán, en gran parte, por medio de buzos indígenas, que bajan hasta la profundidad de 12 á 15 metros; y no está exento el oficio de graves riesgos, puesto que se calcula, por término medio, que de cada cien de dichos infelices, salen muertos anualmente tres y lisiados quince, por los voraces tiburones; razón por la cual algunas empresas han recurrido, en los últimos años, al empleo de aparatos de buzar.

El mercado principal de perlas era antes Amsterdam; pero de algunos años á esta parte se ha desarrollado grandemente dicho comercio en París, Londres, Hamburgo y Leipzig. El precio depende, ante todo, como el de las piedras preciosas, del peso; pero tratándose de las perlas mayores, se tiene en cuenta también su tamaño, forma, color, etc.; de modo que su precio no guarda proporción con el de las perlas pequeñas. La célebre perla llamada *la peregrina*, que poseía nuestro rey Felipe II, tenía la forma y el tamaño de un huevo de paloma, y estaba tasada en 80.000 ducados de oro; y en la actualidad se registran casos de compra de una sola perla por más de 350.000 pesetas.

Las perlas se encuentran envueltas en el manto carnoso del molusco, ó bien adheridas por un lado á la superficie interna de su concha, y queda ya probado que el animal las produce envolviendo con la masa caliza que secreta los diminutos cuerpos extraños que penetran en el interior de su concha, á fin de alisarlos y disminuir la sensación irritante que causan; semejantes cuerpos extraños pueden ser de naturaleza muy diversa, consistiendo en granos de arena, restos de plantas, huevos de animales parásitos y acaso también algún huevo del mismo molusco echado á perder; muchas revelan, al dividirse y examinarse con el microscopio, el modo de formación que decimos; pero esto no impide que algunas se formen de una manera distinta.

Si bien es verdad, como ya dijimos, que no todos los moluscos de esta especie contienen perlas, no por esto se tiran sus conchas, pues son las que dan el nácar, material tan apreciado para la manufactura ó el adorno de muchos objetos de fantasía ó lujo. En su aspecto se asemeja bastante á las perlas, pero tiene un juego de colores particular, porque su estructura difiere un poco de la de éstas; las delgadas capas de que se componen, tanto la perla como la concha, son concéntricas en la primera, á manera de las capas de la cebolla, mientras que en la concha se hallan superpuestas en un plano más ó menos igual; al mismo tiempo cada capa no es continua, sino que se compone de pequeños pedazos separa-

dos, que ora montan un poco sobre los bordes de los pedacitos de la capa inferior, ora los dejan al descubierto; de aquí resultan, en la superficie interior del nácar, numerosos surcos y eminencias, ondulantes, picoteados, á veces concéntricos, que, por regla general, sólo pueden distinguirse con ayuda del microscopio, y que reflejan la luz por interferencia, ora con color rojo, ora azul, ora verde, según el ángulo de incidencia. La prueba de que los cambiantes ó visos del nácar no residen en la sustancia misma, sino que tienen su origen en la estructura de la superficie, está en que se pueden reproducir por medio de un reporte, como dicen los impresores; basta, al efecto, precipitar cobre por la vía galvánica sobre una plancha de nácar bien pulimentada, para obtener una copia perfecta de todas las irregularidades microscópicas de su superficie, y poder, con el gálvano, reimprimir la imagen.

Las conchas de la madreperla que contienen las mejores perlas no son las que dan el mejor nácar; las de Ceilán son pequeñas, delgadas y translucientes, y su nácar tiene poco valor, en tanto que las grandes y gruesas conchas de madreperla de California, Méjico y Filipinas contienen perlas inferiores, pero un nácar de la mejor calidad. Mas no debe suponerse que el nácar se obtiene exclusivamente de la concha de la madreperla, pues forma parte de las de otros muchos moluscos, y aparece en toda su hermosura cuando se quita la capa externa de las que lo cubren. De esta manera hace tiempo que los chinos fabrican preciosos objetos de adorno con la concha del nautilo (*Nautilus Pompilus*), industria que se ha introducido más tarde en Europa.

Nuestro continente tiene también sus perlas, pero las produce una especie de molusco enteramente distinto del que venimos considerando, muy parecido á la almeja de río, salvo que puede alcanzar un tamaño mucho mayor. Es este molusco la *Margaritana* ó *Unio margaritifera*, que se encuentra formando pequeñas colonias en los arroyos y riachuelos frescos y límpidos, en compañía de cangrejos y truchas, especialmente en las regiones más frías, como Escocia, Inglaterra, Islandia, Noruega, Suecia, Finlandia y Livonia, y también en algunos puntos de Baviera, Sajonia y Bohemia. En los ríos escoceses Tay y Teith se encuentran con bastante frecuencia perlas de 2,5 centímetros de diámetro, que se venden de 50 á 75 pesetas; pero como indican estos precios, las perlas europeas ó de agua dulce no son comparables á las verdaderas del mar. Sin embargo, las perlas de Baviera gozan, desde antiguo, de cierta celebridad, y allí, lo mismo que en Sajonia, tienen derecho á su pesca, desde el siglo XVII, determinadas familias. Cerca de Dresde, ó sea en Adorf, se ha desarrollado en los últimos años una industria considerable, que tiene por objeto aprovechar el nácar de dichas almejas de perla en la fabricación de toda clase de artículos de adorno; y ya que de almejas hablamos, y para que se vea cuánta importancia puede alcanzar en ocasiones un producto humilde de la Naturaleza, diremos que una sola fábrica de Nurenberg necesita á veces hasta 120.000 conchas de la

almeja común de los estanques para las pequeñas cajas de colores destinadas á los niños.

En China se encuentra un molusco de agua dulce muy grande, la *Cristaria plicata*, que también produce perlas; mediante una manipulación ingeniosa, saben los chinos introducir en sus conchas, esto es, entre la concha y el manto del animal vivo, pequeñas imágenes metálicas del Budha, las cuales resultan luego cubiertas por una delgada capa de nácar; semejantes conchas con las imágenes adheridas se ven á veces en nuestros mercados.

Hace bastante tiempo que constituye un ramo especial de la industria, particularmente en París, la fabricación de perlas artificiales, y el arte se ha llevado á tal grado de perfección, que se hace muy difícil á veces, aun para el más perito, distinguir el producto industrial de la perla verdadera. Uno de los procedimientos más comunes consiste en revestir interiormente pequeñas esferas huecas de vidrio delgado, con la llamada esencia de perlas, ó *essence d'Orient*, que consiste en las partículas microscópicas que producen el brillo de las escamas de ciertos peces de agua dulce (especialmente de *Alburnus lucidus*), suspendidas en amoniaco; los fabricantes parisienses importan dichas escamas, en gran cantidad, desde Alemania.

PESCA DEL CORAL

El coral se pescaba antes en el Mediterráneo de la misma manera que la madreperla, es decir, que los buzos bajaban al fondo del mar, donde la profundidad no era excesiva, desprendían de la roca ramas de coral, y ganaban luego la superficie; pero hoy se ha abandonado este método tan peligroso y molesto, obteniéndose dicho producto por medios técnicos.

Las ligeras embarcaciones que se emplean en tal faena se hallan provistas de redes especiales, suspendidas, en número de dieciséis, á una cruz de madera, constituyendo lo que los italianos llaman *ingegno;* la fig. 335 representa uno de éstos con las redes cerradas pues al echarse al agua se abren superiormente como bolsas. Los ingegnos se dejan bajar hasta el fondo, y entonces se procura, mediante hábiles maniobras del barco, llevarlos debajo de las rocas ó bancos de coral; los brazos de la cruz rompen las ramitas de éste, que caen en las redes suspendidas debajo. También se emplean á veces redes ordinarias, arrastrándolas sobre los bancos de modo que las cuerdas rompen el coral y los pedazos quedan prendidos. El producto de la pesca se clasifica, reservándose los ejemplares mayores y hermosos para venderlos en su forma natural á los museos y aficionados, mientras que los pedazos menores se labran artísticamente en forma de camafeos y otros objetos de adorno, y los más menudos se taladran y ensartan como perlas ó abalorios, formando collares y brazaletes que se

aprecian mucho en Oriente y Africa. Los centros de esta industria son Nápoles y París.

El coral rojo de que hablamos constituye el eje calcáreo y arboriforme de un pólipo de la familia de las gorgónidas, llamado *Corallium rubrum* (fig. 336); este animal, blanco y transparente, y cuyos ocho tentáculos forman como una estrella en torno de su boca, tiene su asiento en un tejido grueso, blando, de color anaranjado y acribillado por canalitos, que reviste el eje referido, que es duro como el mármol y de color rojo más ó menos subido; varios pólipos se desarrollan en torno de un mismo eje, que llega hasta la altura de 50 centímetros, y se halla fuertemente adherido á la roca á bastante profundidad bajo la superficie del mar. La patria del coral rojo es el Mediterráneo, en especial las costas de Argelia y de Cerdeña. Desde el año 1450 tenían los franceses en Calle (África) un gran establecimiento destinado exclusivamente á la pesca del coral, y el privilegio quedó reservado hasta 1791 á los pescadores provenzales; pero en esta fecha se declaró libre dicha pesca para todos los franceses que tenían relaciones comerciales con Africa y el Levante. Poco después, el Gobierno italiano adquirió el establecimiento de Calle, pero desde 1802 á 1816 estuvo en poder de los ingleses, que dieron gran impulso á la pesca consabida; desde entonces ha vuelto Calle á poder de los franceses, para los que es libre la pesca del coral; la cual se practica principalmente por pescadores italianos, procedentes en su mayoría de Torre del Greco, cerca de Nápoles. En tiempos recientes se ha iniciado la pesca del coral en el Atlántico, cerca de la isla de Santiago, del grupo del Cabo Verde, y en el Japón se encuentra también una especie de coral rojo.



FIG. 335.—Red para la pesca del coral.

La pesca del coral dura desde Marzo hasta Octubre, y rinde ganancias no despreciables, á pesar de la competencia, las dificultades que supone y el resultado bastante inseguro. En circunstancias favorables, puede una barca pescar en un día hasta 100 kilogramos de coral, y según Milne Eduards, el producto de

la pesca francesa en la costa de Argelia se elevó en el año 1852 á 35.880 kilogramos. Lindemann afirma que la pesca italiana del coral daba ocupación en 1868 á 4.000 hombres, con 500 barcos, y que el producto fué de 160.000 kilogramos, por valor de unos diez millones de pesetas. El precio del coral rojo varía muchísimo, según el tamaño de los pedazos y su color, influyendo también no poco la moda en la valoración; actualmente se aprecian más los matices rojo claro ó rosados, que hace cuarenta años, cuando estaba de moda el coral rojo más oscuro, no tenían la décima parte del valor que tienen hoy.



FIG. 336.—Coral rojo.

Además del coral rojo, se encuentran en el fondo de los mares cálidos otras numerosas especies de formas muy variadas

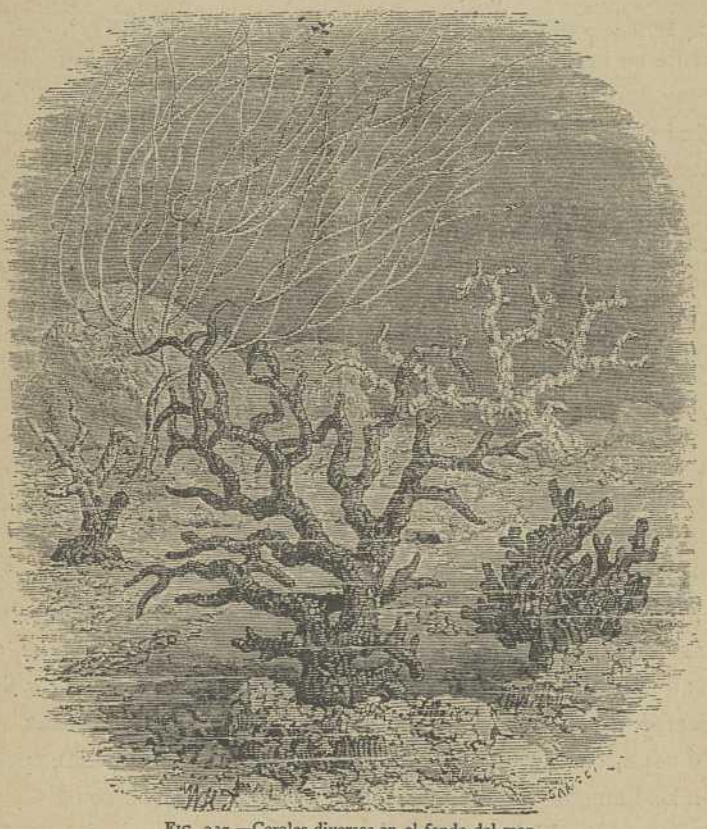


FIG 337.—Corales diversos en el fondo del mar.

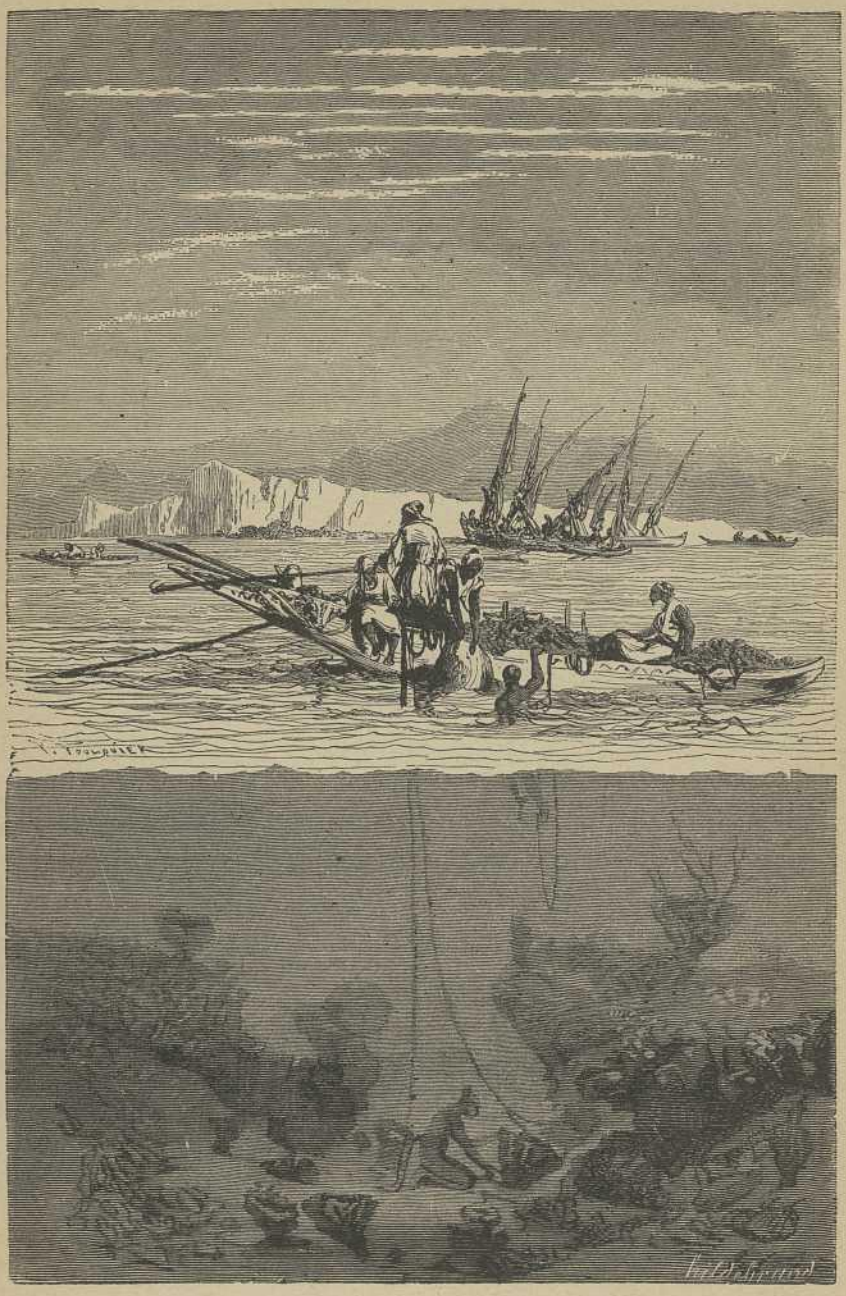
(fig. 337), predominando las de esqueleto blanco, que se acumulan en ciertas

regiones como la Melanesia (Pacífico), costa oriental de Australia, mar Rojo y Antillas, en masas tan considerables, que acaban por constituir los arrecifes de coral y las llamadas islas madrepóricas. Son, si se quiere, árboles pétreos, que si carecen de hojas y flores, ostentan en su lugar animalitos vivos y sensibles, especies de pólipos que tienen la facultad de separar la cal disuelta en el agua y depositarla en torno suyo, de manera que forman su habitación al mismo tiempo que su sepulcro; pues mientras que tan delicados organismos se multiplican continuamente, añadiendo, digámoslo así, nuevas ramas á su árbol genealógico, los animales inferiores y el tronco y ramas en que se hallan alojados se mueren, dejando tan sólo su habitación calcárea desnuda.

PESCA DE LA ESPONJA

Esta industria, que se practica principalmente por dalmacianos, italianos, griegos y árabes, ha tomado en tiempos recientes un desarrollo extraordinario. En casi todos los mares se encuentran esponjiarios, esto es, animales de organización muy inferior, más aún que la de los pólipos coraliarios, que consisten esencialmente en una masa blanda celular, atravesada por un armazón de piezas más ó menos duras, formadas por sustancias córneas, silíceas ó calizas, las cuales rodean cavidades que representan un aparato digestivo; la mayor parte de las esponjas son colonias de animales fusionados, sostenidas por dicho armazón y atravesadas por numerosas canales dirigidas en todos sentidos. Las esponjas que empleamos para el baño, el tocador y diferentes usos domésticos, no son otra cosa que el armazón, compuesto de fibras córneas, de la especie *Euspongia mollissima* y otras varias del mismo género, desprovisto de todas las partes blandas de los animales; armazón elástico y reticular que se distingue por su resistencia contra los ácidos y álcalis, propiedad que tanto enaltece su valor. Una esponja viva de este género, con todas sus partes orgánicas, se presenta adherida al fondo del mar en forma de copa, de color pardo, violado ó negro al exterior, y amarillento ó rojizo interiormente, y tiene, sobre poco más ó menos, la consistencia de la carne de vaca fresca.

Las mejores esponjas se encuentran en el Mediterráneo; las no europeas, que proceden principalmente de las Indias occidentales, se estiman mucho menos. Distínguense en el mercado muchas clases de esponjas; las mayores, aplanadas y provistas de canales muy anchos, se llaman de ordinario esponjas de caballo, por emplearse mucho en el aseo de este animal; las pequeñas, en forma de fuente ó copa, con fibras muy duras y de color generalmente pardo rojizo oscuro, son las llamadas esponjas de Zimocca; mientras que constituyen la categoría de las esponjas de baño, las de tamaño mediano ó pequeño y forma redondeada, que se distinguen por la finura de sus cavidades y la blandura de



Pesca de la esponja

sus fibras; proceden principalmente de la costa de Dalmacia y la africana mediterránea desde Egipto hasta Trípoli.

La pesca de la esponja (lámina XIX), que supone mucho arrojo y perseverancia, empieza todos los años en Junio y concluye en Agosto, ó bien, si el tiempo lo permite, en Septiembre. Por esta época se dirigen muchos barcos tripulados por pescadores griegos á Beirut y Latakia (la antigua Laodicea), en la costa de Siria, y Trípoli, en la costa africana, donde se entregan á la pesca, ora por cuenta propia, ora por la de determinados comerciantes. Cada cinco ó seis pescadores maniobran bajo la dirección de un *reis* ó capataz, y el barco de que se sirven es pequeño, ligero y sin cubierta; salen con él de madrugada, dirigiéndose á bastante distancia de la playa; el agua debe estar perfectamente clara, á fin de que se pueda distinguir el fondo; y si la superficie del mar se halla un poco agitada, la serenan los pescadores echando aceite sobre ella. Tan luego como se observa en el fondo un banco de roca que probablemente tiene esponjas, se arría la vela y echa el ancla; entonces coge un pescador una cuerda, á la que se halla atada una gruesa piedra, y bajando hasta el fondo arranca con la mano ó un gancho de hierro de forma especial las esponjas, que guarda en una red que lleva en el pecho. El procedimiento tiene, pues, mucha analogía con el de los pescadores de perlas. Las esponjas más finas se encuentran á mayor profundidad, y son mucho más difíciles de alcanzar que las más bastas, que con frecuencia se fijan á dos ó tres metros bajo el agua; crecen con bastante rapidez, de modo que al cabo de dos años pueden los pescadores volver á los mismos puntos. En la costa de Dalmacia y sitios más someros se verifica la pesca de la esponja desde los barcos, con arpones muy largos.

Tan luego como se desembarcan las esponjas vivas en la playa, se echan en un gran hoyo practicado en la arena y lleno de agua, y los pescadores las pisan bien con los pies desnudos; entonces se atan con cintas en series y se suspenden por algún tiempo en el agua, donde la sustancia orgánica se pudre pronto; después se vuelven á pisar hasta que se desprenden todas las partes blandas, y, por último, se secan al aire. Muchas de las esponjas del comercio contienen arena, y es común la opinión de que su presencia es un resultado natural de su procedencia submarina; pero no hay tal, sino que los pescadores suelen introducir arena en las cavidades más escondidas para obtener mejores precios, puesto que las esponjas se compran al peso. El principal mercado es Trieste, en el centro del mar Adriático, desde cuyo puerto se exportaron en 1871 esponjas por valor de tres millones de pesetas.

RECOLECCIÓN DE LAS ALGAS MARINAS

No deben figurarse nuestros lectores que el fondo del mar se semeja en todas sus partes á un desierto, pues hasta donde penetra la luz tiene sus plantas como la tierra firme, y en muchos sitios se halla cubierto por una vegetación lozana, cuyos individuos alcanza muchas veces una longitud mayor que la altura



FIG. 338.—Recolección de algas marinas en la isla de Jersey.

de nuestros árboles más grandes. Entre las plantas marinas desempeñan el papel más importante ciertas algas, especialmente de las familias llamadas fucáceas y florídeas, que aparecen á veces como flotando sobre las aguas, cubriendo extensiones de muchos kilómetros cuadrados, de modo que la superficie de mar se parece á un verde prado; recordaremos á este propósito el llamado mar de *Sargasso*, en el Atlántico, que mencionamos ya anteriormente.

Las fucáceas que crecen en las aguas someras de ciertas costas y se adhieren á las rocas en forma de cintas correosas de color pardo, suelen recolectarse por los habitantes, principalmente en vista de las sales que contienen, procedentes de las aguas del mar. En la isla de Jersey, en el Canal de la Mancha, la recolección de las algas marinas constituye una fiesta, en la que toman parte viejos y jóvenes. En un día determinado, á principios de Marzo, todo el mundo

se dirige á la playa, penetrando mar adentro á medida que se retira el flujo, á fin de no perder un momento durante la baja mar, único tiempo en que se puede realizar la cosecha; todo cuanto se puede cortar ó arrancar se echa en montones, que el flujo próximo se encarga de transportar hacia la tierra, donde esperan los carros para cargarlo (fig. 338). Parte de la cosecha se traslada directamente á los campos cultivados, donde se emplea como abono; otra parte se almacena para utilizarla más tarde de la misma manera, y el resto se seca y quema en hoyos excavados en la tierra, para extraer de sus cenizas la sosa y luego el yodo, elemento este último que tan buenos servicios presta en medicina y tanto se emplea hoy en la fotografía y la preparación de colores de anilina. Semejante explotación de las fucáceas tiene también lugar en las costas de Inglaterra, Escocia y Francia.

En nuestras playas de Málaga, Cartagena y Alicante se siembra anualmente la *Salsola sativa* ó *vermiculata*, de cuyas cenizas se extrae la barrilla, que contiene de 25 á 30 por 100 de carbonato de sosa. De parecido modo, y de la *Salicornia annua*, se extrae en las inmediaciones de Narbona el llamado *salicor* y en Normandía el *varech*. Volveremos á hablar de estas plantas y sus productos en el tomo IV, al tratar de los álcalis. Por último, en muchos puntos de las costas europeas, pero muy especialmente en las del Holstein, se aprovecha la llamada hierba de mar *(Zostera marina)*, empleándola, después de seca, para rellenar almohadas y colchones, y como embalaje, pero también como abono para los campos y en la fabricación de la sosa.





PESCA Y CAZA DE MAR

Importancia de la pesca de mar.—Su práctica racional.—La pesca de mar y la economía nacional.—Pesca del arenque.—Pesca de peces afines al arenque: alosa, esprato, sardina y boquerón.—Pesca del pescado fresco: atún, bonito, pajel, besugo, rodaballo, lenguado, etc.—Los cetáceos y su pesca: ballenas, cachalotes y delfines.—Caza de focas y morsas, y del oso blanco.—Pesca de crustáceos, jibia, calamar, tortugas de mar, etc.—Caza de aves marinas: pato de flojel, cisne silvestre, gaviota, pelícano, alca, pájaro bobo, salangana.

Los animales vertebrados que viven en los mares, y en primera línea los peces, son infinitamente más importantes para el hombre que todos los tesoros del líquido elemento considerados en el capítulo precedente. En el pez vemos la forma última y más elevada que la materia viva es capaz de asumir en el agua, proporcionando alimento á los seres que respiran el aire, en especial al hombre. Diseminados en todos los mares, tanto fríos como cálidos, en gran suma de especies, de las que se han descrito ya más de diez mil, y en número

infinitamente mayor de individuos, los peces presentan en su organización todos los medios imaginables para dar caza y devorar á los demás habitantes inferiores del mar. Algunos desprenden de los corales más duros los ramitos vivientes que les sirven de alimento, ó se ceban en los moluscos, después de triturar con sus poderosos dientes las conchas más gruesas; otros se alimentan con las fucáceas y otras plantas marinas, mientras que otros están provistos de aparatos delicadísimos, que obran como cedazos, y mediante los cuales en un abrir y cerrar de boca se tragan millares de diminutos crustáceos, moluscos y larvas de animales mayores, que pululan en las aguas. Entre los peces de esta última clase se encuentra ante todo el arenque, que se alimenta casi exclusivamente con pequeñísimos crustáceos copépodos, de los que las especies más diminutas alcanzan apenas medio milímetro de largo, no pasando las mayores de seis milímetros; estos animalitos, que los pescadores de Noruega conocen hace tiempo con el nombre de *aat*, se pueden examinar en el estómago de un arenque, donde se encuentran en forma de papilla rojiza, de la que, según Moebius ha calculado, con ayuda del microscopio, cada centímetro cúbico contiene nada menos que 14.000 de dichos crustáceos; y como en el estómago del arenque ocupa dicha papilla frecuentemente un espacio de cuatro á cinco centímetros cúbicos, el lector puede apreciar el número de animalitos que diariamente componen la comida de ese pez. Pero esos diminutos crustáceos se alimentan á su vez de otros organismos mucho más pequeños, que sólo pueden distinguirse con el microscopio, y son principalmente las algas diatomáceas de que hablamos en un capítulo anterior (compárese fig. 320), y se presentan en los mares septentrionales en cantidad tal, que prestan á las aguas un color pardusco en grandes extensiones. Por otra parte, el arenque constituye el principal alimento del bacalao, uno de los peces marinos más importantes y útiles que existen, y ambos, en unión con otras especies, contribuyen á su vez al sostenimiento de infinidad de mamíferos marinos, como la ballena y la foca. El hombre, pues, al sacar partido de todos los animales arriba mencionados, utiliza en último término la inmensa riqueza del mar en seres microscópicos; tesoro que, por más que es inagotable, quedaría inaccesible para él sin el intermedio de los peces.

PRÁCTICA RACIONAL DE LA PESCA

Según nos revela el estudio de la historia primitiva de la humanidad, la pesca es una de las ocupaciones más antiguas del hombre; pero en la mayoría de los pueblos, y hasta tiempos recientes, su ejercicio carecía completamente de metodo, reduciéndose á sacar de las aguas la mayor cantidad posible de peces, según las necesidades, sin curarse de su poder reproductivo; explotación codiciosa que practican todavía pueblos poco civilizados, como los esquimales,

los indígenas de la América meridional y los habitantes ribereños de los grandes ríos de Siberia. Sólo cuando el aumento enorme de la población de Europa y la América septentrional hizo necesario buscar nuevas fuentes de alimentación animal, y cuando se hizo evidente la disminución del pescado, por lo menos en las aguas dulces, sólo entonces se cayó en la cuenta de que, para que la fuerza productiva de los organismos acuáticos redundara en verdadero provecho del hombre, era preciso que la pesca se regularizara y administrara tan racionalmente como la agricultura y la selvicultura. Entonces, y entre los pueblos y sus Gobiernos más interesados en la pesca, despertóse el vivo deseo de organizarla sobre nuevas bases, y la ciencia, el comercio y la industria emprendieron de consuno una campaña tan activa y eficaz, que en algunos países, en especial en Inglaterra y los Estados Unidos, ha aumentado considerablemente la producción de la pesca de mar en los últimos decenios, sin temor de que en lo sucesivo se haga sentir una disminución notable de la misma. En la primera Exposición internacional de pesca celebrada en Berlin en 1880, tuvo ocasión el público de juzgar de los grandes esfuerzos hechos en pro del fomento racional de dicha industria; y tal fué el interés que despertó semejante exhibición en todas las clases sociales, que á la segunda Exposición del género, inaugurada en Londres en 1883, acudieron nada menos que 2.500.000 personas.

La práctica de la pesca varía esencialmente, según que se trate de aguas dulces ó de las del mar. En las primeras, y á consecuencia de su poca extensión, nos vemos obligados, no sólo á cosechar, sino también á sembrar, es decir, á apelar á la cría artificial de los peces, ó sea á la piscicultura, para evitar el agotamiento más ó menos rápido de dichos animales. En el mar tropieza semejante siembra ó cría con dificultades casi insuperables; pero tampoco es necesaria, según todas las probabilidades, pues esas inmensas extensiones de aguas constituyen todavía una fuente inagotable de alimento para el hombre, y cuando los pescadores de tal ó cual localidad se quejan de que disminuye la producción, la causa estriba la mayor parte de las veces en que, al par que crecen las exigencias en una comarca, en razón del aumento de la población ó de los mismos pescadores, no se cuidan éstos debidamente de mejorar sus artefactos y métodos de pesca. Los naturalistas más competentes son de opinión que de la inmensa cantidad de peces útiles que alberga el mar, apenas aprovecha el hombre el 1 al 2 por 100, mientras que la mayor parte del resto viene á ser presa de animales marinos menos importantes ó útiles, y también de las aves marinas. Prescindiendo en este lugar de las aguas dulces, á las que dedicamos un capítulo aparte, veamos qué medios emplea ya en parte el hombre, ó debe emplear, para aumentar constantemente la producción del mar.

Es de observar, en primer término, que se ha realizado un progreso notable en la práctica de la pesca marina, en el mero hecho de haber sustituído en gran parte las redes hechas de cáñamo, que antes se usaban exclusivamente,

por otras hechas de *algodón*, que son ya objeto de la fabricación á máquina en grande escala, con notables ventajas para el consumidor; pues no sólo resulta de aquí una economía considerable en el equipo de un barco de pesca, sino que éste puede llevar mayor número de redes que otras veces, en razón del peso reducido del algodón. Además, se mejoran cada día las formas de las redes, teniendo en cuenta las particularidades en el modo de vivir de las diferentes especies de peces; y la competencia tan viva de los inventores y fabricantes entre sí, tiende cada vez más á desviar á los pescadores, de suyo tan conservadores, de los métodos rutinarios, que vienen siguiendo hace siglos, y que en tantos casos son tan imperfectos, por fundarse en antiguas preocupaciones. Al mismo tiempo regístranse grandes adelantos en la construcción de las embarcaciones destinadas á la pesca, que se hacen hoy mucho más resistentes y á propósito para que el pescador pueda ensanchar su campo de operación, alejándose más de las costas, con mucho menos riesgo que antes. De día en día se va generalizando también la aplicación á la pesca de la fuerza del vapor, ora como medio más rápido y seguro de elevar ó sacar las redes cargadas, á cuyo fin se han inventado aparatos sumamente ingeniosos, ora como motor de los barcos mismos; á las grandes flotillas de pesca británicas acompañan también siempre cierto número de vapores, con encargo de comprar en el acto el producto diario de la pesca y llevarlo con la mayor celeridad á puertos determinados.

Los progresos realizados para preparar y utilizar el pescado son casi tan importantes como los adelantos referidos en la fabricación de redes y construcción de barcos. Sucedía antes con frecuencia que los peces cogidos tenían que tirarse á millares por no poder aprovecharse en las localidades respectivas, y por carecer de medios adecuados de transporte para enviarlos á otros mercados; y todavía sucede hoy á veces, por las mismas razones, que grandes cantidades de pescado no encuentran mejor empleo que el de servir como abono para los campos cultivados. La salazón del arenque, cuya invención se atribuye al holandés Boeckel, por el año 1397, pero que se practicaba seguramente antes de 1.300, se ha calificado, con razón, de invento importantísimo para el alimento de los pueblos, y esta apreciación es aplicable aún con mayor justicia á los muchos métodos de conservación del pescado adoptados en los últimos tiempos y que se perfeccionan cada año; tales son, por ejemplo, el ahumado, secado y escabechado de los peces, la conversión de su carne en polvo alimenticio, su conservación en estado fresco en latas herméticamente cerradas, en cuyos métodos, y otros que no nombramos, tanto se distinguen hoy los norteamericanos, quienes fueron también los primeros en poner sobre sus vías férreas los llamados vagones de hielo para el transporte del pescado fresco, carruajes de paredes, fondo y cubierta dobles, entre los cuales se coloca el hielo preciso para mantener la frescura necesaria en el interior; este sistema es muy superior al que, por lo general, se emplea en nuestro continente, y que con-

siste en cargar el pescado en vagones ordinarios en capas alternadas con otras de hielo, pues no sólo aumentan bastante los gastos de transporte correspondientes á una cantidad dada de pescado, sino que la carne de éste pierde grandemente en sabor y fuerza nutritiva, en virtud de su contacto directo con el hielo. También en los Estados Unidos y en Inglaterra las compañías de ferrocarriles han introducido hace tiempo tarifas especiales, sumamente módicas, para el transporte del pescado, ejemplo que tardaron en seguir las empresas continentales, cuyas disposiciones están todavía bastante lejos de responder á las exigencias legítimas de los pueblos del interior, que también tienen derecho á que se les proporcione pescado barato; además, si ha de aprovecharse debidamente la riqueza de los mares, precisa que el producto de la pesca encuentre fácil salida en todas direcciones. Otro progreso no despreciable consiste en que hoy se aprovechan de diversas maneras muchas especies de pescado que antes, y merced á supersticiones y preocupaciones ridículas de los pescadores y los pueblos, se consideraban como nocivas para la salud.

En todos los adelantos y mejoras que hemos insinuado resalta, en primer término, el lado práctico de la ciencia, que tantas personas de limitados alcances se empeñan en no reconocer, cuando no en ridiculizar; pues á las investigaciones de los zoólogos se deben, en primer lugar, los conocimientos cada vez más exactos acerca de la organización y los hábitos de los peces, y en ellos se basan precisamente los perfeccionamientos en la fabricación de los utensilios del pescador moderno, los métodos más racionales de pesca, así como la condenación de rancias preocupaciones que tendían á limitar el provecho que puede sacarse de los tesoros del mar; y no es menos evidente la parte que ha tenido la ciencia respecto de los adelantos en la conservación de los productos de la pesca y otras ramas de tan importante industria. Hace ya una serie de años que en los Estados que mayor interés tienen en la pesca se han establecido permanentemente Comisiones científicas, cuya única misión consiste en la exploración del mar y el estudio de sus habitantes, siendo la más importante entre ellas la de los Estados Unidos, bajo la dirección de Spencer Baird y Brown Goode, que publica anualmente voluminosos é interesantes informes; los ingleses y alemanes prestan también relevantes servicios en este campo de investigación, mientras que en Suecia y Noruega se dedican hace tiempo naturalistas tan célebres como Nilsson, Boeck, Sars y Ljungman al estudio de las causas y condiciones de los grandes cardúmenes que aparecen todos los años en las aguas escandinavas, y de los que depende la prosperidad de gran parte de aquellos pueblos. Pero entre los resultados más importantes para la pesca que debemos á las investigaciones científicas, hay que mencionar las leyes de pesca modernas; pues aun cuando el hombre no puede intervenir tan directa y eficazmente en la vida de los animales marinos como en la de los de agua dulce, siempre puede evitar en gran manera los perjuicios que resultan del descuido y de la ignorancia. Muchas espe-

cies importantes de peces desovan, por ejemplo, en bahías y rías salobres, en las cuales el establecimiento de determinadas obras é industrias puede acarrear graves perjuicios en la estación correspondiente; y en tales lugares tiene aplicación la ley que previene el sostenimiento en determinadas regiones de semejantes bahías ó rías en sus condiciones naturales, á fin de no entorpecer dicho desove. Por otra parte, las prohibiciones legales relativas á la estrechez de las mallas de las redes y á ciertos métodos de pesca, tienden á conservar los peces jóvenes, que de otro modo se cogerían sin poderse aprovechar, con detrimento notable de la producción ulterior.

IMPORTANCIA DE LA PESCA DE MAR

RESPECTO DE LA ECONOMÍA NACIONAL

Por más que el capital que el hombre extrae actualmente del mar, mediante el ejercicio de la pesca, en que acabamos de ocuparnos, sólo puede apreciarse aproximadamente, aun en los países más adelantados, parécenos del caso citar algunos datos estadísticos para que nuestros lectores tengan siquiera una idea de la inmensa importancia de este ramo de la industria humana.

En el reino unido de la Gran Bretaña daba ocupación la pesca de mar en 1883 á 109.200 pescadores, con 32.678 barcos de 615.035 toneladas de desplazamiento, cuyos barcos, incluso su equipo en utensilios y aparatos de pesca, representaban un valor de 182,5 millones de pesetas, mientras que el del producto cogido excedió de 300 millones. En Noruega la pesca produce anualmente de 30 á 36 millones de pesetas, de los que el 28 por 100 corresponde al arenque, el 60 por 100 al bacalao, y el resto á otras clases de pescado; Francia debe al mar un producto de 108 millones de francos por lo menos, y los Estatados Unidos uno que pasa actualmente de 550 millones. En cuanto á España, claro está, por desgracia, que las dificultades que se oponen á la formación de una estadística fehaciente respecto de la pesca, son de tanto bulto como en los demás ramos de la industria; pero de los datos facilitados por la Comisión de pesca, cuya creación data de 1865, vemos que en 1883, y en todas nuestras provincias marítimas, se cogieron 67.604.034 kilogramos de pescado, por valor de 36.381.425 pesetas, en cuya faena se ocuparon 66.210 hombres, con 15.735 barcos; de aquella cantidad correspondieron á la sardina unos 17 millones de kilogramos, para cuya salazón y conservación existían (en 1881) 445 fábricas con 23.776 operarios.

Pero no es posible formarse cabal concepto de los tesoros del mar y de su importancia para el hombre sin haber presenciado la animación y la actividad febril que se apodera de toda una población costanera á la llegada de los inmensos cardúmenes, como, por ejemplo, los del arenque, y observado cómo,

durante semanas enteras, todas las facultades de viejos y jóvenes, hombres y mujeres, se hallan concentradas en la pesca. El que quiera entretenerse con semejante animado espectáculo debe irse á Noruega, país donde más del 10 por 100 de la población vive de la pesca y de las ocupaciones á ella anejas, cuyo producto influye poderosamente sobre la Hacienda nacional.

Para dar una idea del enorme consumo de pescado en muchos países, diremos que Londres solamente necesita cada año más de 150 millones de kilogramos, ó sean 33,5 por cabeza de sus habitantes; en el mercado central de Billingsgate, en dicha ciudad, se vende cada año por 50 millones de pesetas de pescado, y en el mercado de Fulton, en la bahía de Nueva York, el peso del pescado que se despacha diariamente excede con frecuencia de cien mil kilogramos.

Los pescadores de mar distinguen entre la pesca mayor y la menor, comprendiendo en la primera la de las ballenas, ballenatos, cachalotes, atún y bacalao, y la caza de las morsas y focas, mientras que á la segunda refieren la del arenque, sardina, merluza, caballa, lenguado, salmonete y otras muchas especies. Debe advertirse que desde muy antiguo califican los holandeses de mayor la pesca del arenque, en razón de su enorme producto é importancia para muchos pueblos; en su virtud, empezaremos nuestra descripción de los principales modos de pesca por la del arenque, que con razón se llama en el Norte el pez de los pobres.

PESCA DEL ARENQUE

Hasta un tiempo bastante reciente ha predominado la creencia errónea de que todos los peces de mar llevan una vida errática; cuando la pesca no resultaba favorable en una costa determinada, se atribuía sencillamente á que el pescado había emigrado á otras regiones. Empero en realidad no hay tal vida errática, sino que cada especie de pez tiene su patria, incluso el arenque (*Clupea harengus*, fig. 339), cuyas supuestas emigraciones han sido tantas veces objeto de poéticas ficciones, basadas en la creencia de que sus inmensos cardúmenes llegaban anualmente del Océano Glacial Ártico para desovar en las costas europeas. Las investigaciones iniciadas en Escocia, el país principal del arenque, han demostrado de un modo palmario lo erróneo de dicha suposición, é igual conclusión han sacado de sus estudios sobre el particular los naturalistas noruegos y alemanes, confirmando que el arenque es, digamoslo así, un morador constante de su patria.

En Escocia se verifica generalmente la pesca del arenque con redes flotantes de algodón, de 60 metros de largo por 10 de alto, de las que cada barco, según su tamaño, lleva de 80 á 130. Desde Julio á Septiembre, la época principal del año, los pescadores se embarcan hacia la puesta del sol, y ganan la pes-

quera (fig. 340); sujetan sus redes por los extremos una con otra y las echan al agua, en la cual, y merced al plomo que llevan en su borde inferior y el corcho en el superior, se mantienen en posición más ó menos vertical, formando como una pared flotante; tendidas así las redes, los barcos á que están unidas por medio de cuerdas, se dejan ir á la ronza con el flujo y el reflujo, si el temporal no lo impide. La pesca resulta favorable cuando la red tropieza con un cardumen de arenques y quedan prendidos los peces en sus mallas; de madrugada, cuando empieza á rayar el día, se recogen despacio las redes, echándose en el fondo de los barcos con los peces cogidos; entonces hacen las embarcaciones

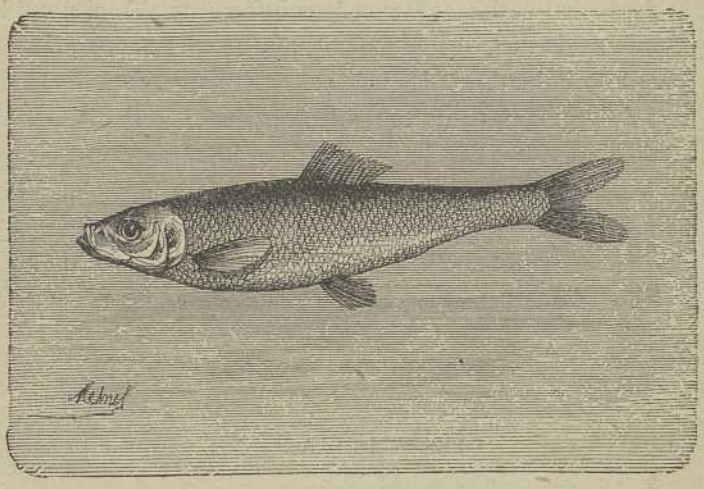


FIG. 339.—El arenque.

vela para la costa lo más rápidamente posible, y las mujeres se encargan acto continuo del pescado, procediendo á destriparlo sin perder momento. El puerto de Peterhead, por ejemplo, cuenta durante esta época 3.000 habitantes más que de costumbre, los cuales acuden desde el interior para ayudar á la preparación y embalaje del arenque. Las operaciones consisten primero en el destripe, previo un corte con un cuchillo en el cuello del pez, faena que por cierto nada tiene de agradable, puesto que al poco rato quedan las mujeres salpicadas de sangre y otras materias desde los pies hasta la cabeza. Entonces se colocan con cuidado los arenques en barriles de madera, que contienen cada uno de 700 á 800, y después de cubiertos con una capa de sal y tapados, se entregan á los comerciantes; un empleado de la Comisión de pesca ejerce la intervención necesaria, estampando con hierro candente una marca en cada barril.

El puerto principal para el arenque es Wick, en el Norte de Escocia, donde más de ocho mil personas viven única y exclusivamente de dicha pesca. Durante los meses de Julio y Agosto se nota allí entre los habitantes una gran efervescencia y una actividad sorprendente; todo huele á arenque, el cual se

encuentra materialmente en todos los rincones; los barcos entran constantemente en el puerto y salen de él, algunos días en número de más de mil, cubriendo las aguas como hormigas. En el Mediodía de Escocia, Dunbar es el puerto principal del arenque, y en Inglaterra Yarmouth, donde la pesca se verifica, por lo común, en el otoño y la primavera, y donde existen inmensos establecimientos para la salazón y el ahumado del arenque. Mas no se crea que éste se consume solamente en conserva; al contrario, desde los puertos ingleses llevan los ferrocarri-



Fig. 340.—Pesca del arenque en el mar del Norte.

les al interior enormes cantidades de arenque fresco, que salen para su destino en el momento que las desembarcan los vapores empleados únicamente en su transporte desde las pesqueras á la costa. El consumo de arenque fresco en la ciudad de Londres es colosal, pues asciende á unos 400.000 barriles de á 700 arenques, esto es, más de 280 millones al año en una sola población. El número de los barcos escoceses dedicados á esta pesca puede calcularse en 7.000; si sus redes se colocaran á continuación una de otra, cubrirían una longitud de unos 19.000 kilómetros, y con ellas se cogen al año más de mil millones de arenques, cuyo valor se calculaba en 1881 en más de 55 millones de pesetas. En dicho año hallaron ocupación directa ó indirecta en la pesca de que hablamos, unas cien mil personas. Los principales centros de exportación del arenque en Escocia son Wick, Peterhead, Fraserburgh y Dunbar, de donde se expi-

den las mayores cantidades á Koenigsberg, Stettin, Hamburgo y otros puertos alemanes (fig. 341). En 1875 alcanzó la exportación escocesa la cifra de 661.000 barriles, de á 700 ú 800 arenques salados; pero debemos añadir que dicho año fué excepcionalmente favorable para la pesca, presentándose en las costas escocesas cardúmenes tan innumerables, que los medios, por lo general amplios, de que se disponía, resultaron deficientes para cogerlo y transportarlo á los diferenes puertos.

En Noruega, donde la pesca del arenque no tiene tanta importancia como

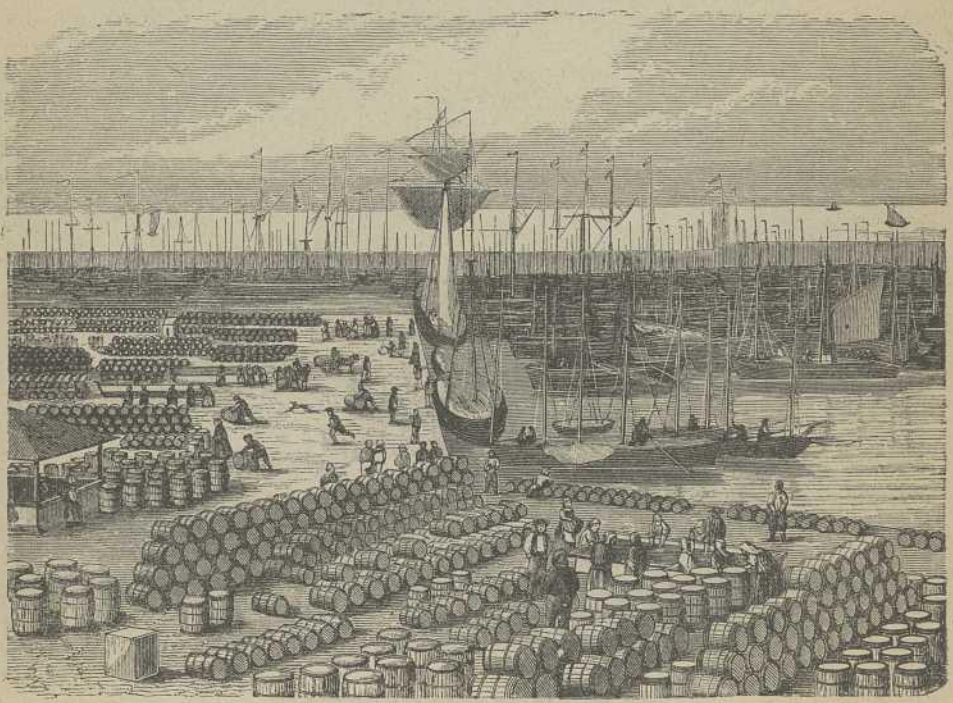


FIG. 341.—Exportación del arenque en el puerto de Wick (Escocia).

en Escocia, se practica de una manera todavía más racional, empezando en la costa Sudoeste, ó sea la estación de Stavanger, á fines de Enero. Por esta época, y con esa maravillosa red telegráfica que pone en comunicación los promontorios más pequeños de tan accidentada costa, empieza á circular la corriente eléctrica, llevando por doquier el aviso que dan los vigías cuando notan un cambio característico en la superficie del mar. Por todas partes, y más rápidamente que el pensamiento, propágase la noticia tan anhelada de la venida del brillante *vaarsild*, ó arenque de primavera, y, en efecto, el espectador es testigo de un espectáculo sorprendente. Tan lejos como alcanza la vista, se extiende en la superficie del mar una masa centelleante de arenques, que de tal manera se empujan y estrujan, que á veces los superiores resultan levantados por

los inferiores fuera del agua, y se observa con frecuencia, en medio de la masa, una eminencia viviente que los noruegos llaman «cerro de peces.» Innumerables enemigos persiguen á estos cardúmenes de arenques, entre ellos el gracioso delfín, varios escualos, y ante todo el bacalao; al mismo tiempo millares de gaviotas se balancean en el aire sobre la presa, de modo que entre unos y otros son pocos los arenques que escapan con vida. La parte que al fin cae en las redes del pescador, con ser muy grande, es de seguro no más que el uno ó el 2 por 100 de la masa total, omisión hecha de los que logran su objeto, cual es el de desovar en las estrechas bahías ó *fiordas* de aquella costa. Pero aun esa mínima proporción basta y sobra para la alimentación de millares de personas.

Más importante que la pesca del arenque de primavera es la del llamado en Noruega arenque gordo ó de verano, que es un pez que tiene pocos huevos, pero mucha grasa. Su pesca se verifica en los meses de verano y otoño, no sólo con redes flotantes, sino también con grandes *guidos* ó redes de barrear, con las que se cierra la entrada de una bahía entera, envolviendo enormes cantidades del pez, que se saca entonces del agua con grandes redes de mano. Durante el verano se coge también la más estimada de todas las especies de arenque, ó sea el llamado *matjes*, ó arenque virgen, que es de pequeño tamaño. Por último, en las regiones más septentrionales de Noruega, es decir, en Finnmark y Norrland, se pesca una cuarta especie muy grande, llamada *storsild*, ó arenque del Norte. El valor del arenque que se coge anualmente en Noruega se calcula en 7,5 millones de pesetas, elevándose á 18 ó 19 millones el valor de los arenques salados, ahumados y escabechados para la exportación. El puerto principal es Bergen, de donde se exporta casi la mitad de dicho producto total.

A fines del siglo pasado y principio del actual tenía lugar anualmente en el Kattegat y la costa de Suecia una pesca considerable de arenque; pero en el año 1808 cesó dicho pez de repente y casi por completo de visitar aquella costa, y sólo volvió á aparecer en 1877, presentándose entonces en cantidad tan considerable, que los pescadores apenas supieron qué hacer con su presa. Esta singular desaparición repentina del arenque de una región y su reaparición no menos repentina al cabo de algún tiempo, se observa, según las investigaciones de Ljungman, en casi todos los puntos de la costa escandinava, repitiéndose en el Kattegat desde el siglo VIII, próximamente á intervalos de sesenta años, como indica bien á las claras el archivo real de Suecia, donde se conserva siempre una noticia sucinta relativa á la pesca de cada año. En cuanto á la causa del fenómeno ó «período del pez,» como le llaman los noruegos, Ljungman es de opinión que se relaciona con el número de las manchas en el sol y las variaciones de temperatura en la superficie de la tierra que de dichas manchas dependen y tienen que manifestarse también en el mar. En la costa oriental de Suecia, ó sea en el Báltico, se pesca una pequeña especie de arenque llamado

strömling, que constituye un alimento principal de las clases pobres del pueblo; más de 4.000 barcos se emplean anualmente en esta pesca, que da un producto de unos 150.000 barriles. También los finlandeses, rusos y alemanes pescan el *strömling* en la parte oriental del Báltico, al que, después de prepararlo, le llaman «sardina rusa.» Una especie análoga de arenque se pesca en el mar Blanco de un modo original, ó sea desde Noviembre hasta Febrero, debajo del hielo, como indica la fig 342; faena difícil en razón á que las redes tienen que introducirse en el agua y sacarse por aberturas cortadas en el hielo.

La pesca alemana del arenque sólo tiene importancia en la costa del Holstein, donde se verifica por medio de inmensas redes llamadas rastrillos, porque después de tenderlas en las aguas someras, los pescadores, divididos en dos bandos, las cogen por los extremos y las arrastran hacia la playa, llevando por



FIG. 342.—Pesca del arenque en el mar Blanco, debajo del hielo.

delante todos los peces que se encuentran en el semicírculo así formado. De la misma manera se practica esta pesca en las costas dinamarquesas, si bien aquí se coge también el arenque en alta mar con la red flotante. En Holanda se distingue asimismo la pesca del arenque en la playa y en alta mar; pero aunque sigue constituyendo el núcleo, digámoslo así, de la pesca general de dicho país, ha perdido mucha de su importancia. A mediados del siglo XVII solían salir anualmente de Texel de mil á dos mil barcos en persecución del arenque, y el valor de las ganancias anuales se computaba en 38 millones de pesetas; mas las repetidas guerras marítimas de los Países Bajos y las restricciones impuestas por Inglaterra y Francia á la pesca holandesa, en defensa de sus propias industrias, fueron causa de una decadencia gradual, que no han podido contener los esfuerzos repetidos y más enérgicos del Gobierno. En 1814 contaba ya Holanda más de 98 barcos grandes para la pesca del arenque, y en 1855 se había reducido este número á 79, mientras que en los últimos años ha vuelto á subir á 123, sin contar, naturalmente, las numerosas embarcaciones menores; de modo que en 1878 el valor del producto del arenque cogido en alta mar y en la costa, se elevó á 3.750.000 pesetas. El arenque común se encuentra también en las aguas de Islandia, la costa oriental de la América del Norte y cerca del Japón, donde se pesca en bastante cantidad.

PESCA DE PECES AFINES AL ARENQUE

ALOSA, ESPRATO, SARDINA Y BOQUERÓN Ó ANCHOA

La familia de los arenques es tan rica en peces útiles, que al lado del arenque propiamente dicho y sus variedades, existe toda una serie de especies análogas, cuya pesca es de la mayor importancia en diferentes países.

La alosa *(Clupea alosa)*, de mayor tamaño que el arenque, se presenta en nuestros mares desde el Norte de Europa hasta el Mediterráneo, si bien, á causa de la poca bondad de su carne, no se aprecia tanto como en los Estados Unidos, en cuya costa oriental se encuentra una variedad más fina y sabrosa, llamada

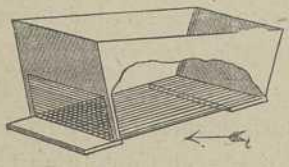


FIG. 343.

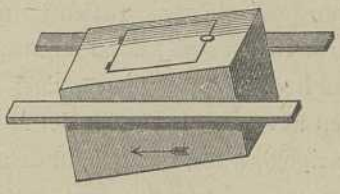


FIG. 344.

Cajas incubadoras flotantes para la cría del *shad*.

shad, que es objeto de una pesca muy desarrollada y constituye un alimento excelente. La alosa americana ó *shad* es además notable por ser, hasta aquí, el único pez de la familia de los arenques cuya cría artificial se practica con éxito; desova en las rías y pone huevos que flotan en el agua, fundándose en esta particularidad la piscicultura de que hablamos. Cuando, hace unos veinte años, se notó una gran disminución en la producción de esta pesca, debida, tanto al consumo creciente como al establecimiento de esclusas y otros artefactos en los ríos, cayó el piscicultor Seth Green en la cuenta de fecundar artificialmente los huevos del shad, é incubarlos en cajas flotantes (figuras 343 y 344), colocadas en las rías. Los ensayos se vieron coronados por el éxito más completo, y después de establecer esta piscicultura en gran escala, entre otros, en la desembocadura del río Connecticut, donde se incuban anualmente de setenta á noventa millones de huevos, el shad volvió á repoblar aquellos mares, como antes, en cantidades enormes. También, y mediante la introducción de los pececillos incubados en el Misisipí, las rías de California y otros territorios de los Estados Unidos, se ha logrado aclimatar el shad donde antes no se conocía, y parece que se trata ahora de hacer lo propio en las aguas europeas.

El esprato *(Clupea sprattus)*, que es muy afín al arenque verdadero, aunque bastante más pequeño y más sabroso, es propio del mar Norte y del Báltico, y tanto en la costa inglesa como en el Skagerrak y en la costa del Holstein se

coge en grandes cantidades con redes flotantes ó con rastrillos; se come mucho en estado ahumado; pero convenientemente preparado constituye la llamada anchoa del Norte. En los mares costaneros del Oeste y Mediodía de Europa, donde no se encuentran el arenque y el esprato, se hallan representadas estas especies por la sardina *(Clupea pilchardus* ó *sardina)* y el boquerón *(Engraulis encrasicholus)* que da la anchoa verdadera. La pesca de la sardina se practica en gran escala en las aguas del Canal de la Mancha, tanto en las costas meridionales de Inglaterra como en las del Noroeste de Francia. En la región de Saint-Ives (Cornwall) se pesca desde Julio hasta Diciembre con redes flotantes y rastrillos, se sala el producto y se exporta principalmente á los puertos italianos, en cantidad de 40 á 50.000 barriles de á 2.500 peces. Pero dicha pesca de la sardina es aún mucho más importante en la costa de Bretaña, donde la cantidad de peces cogidos es á veces tan enorme, que parte de ella tiene que tirarse por no poder llegar con tiempo al mercado. El producto se aprovecha en gran parte en Francia salándolo muy poco y conservándolo en aceite dentro de latitas herméticamente cerradas; industria que ya ha tomado carta de naturaleza en nuestras provincias del Norte para la preparación de parte del producto nacional; pues, como dijimos anteriormente, la sardina se pesca también en gran cantidad en nuestras costas, desde el Cantábrico hasta el Mediterráneo.

España é Italia son las regiones principales para la pesca del boquerón, que también se verifica en cierta escala en las aguas de Holanda. Este pequeño y sabroso pez, tan conocido de todos nuestros lectores, se pesca en nuestros mares meridionales durante todo el año, por medio de grandes redes flotantes, llamadas *almadrabas*, dispuestas de modo que forman un gran cuadro, las cuales se mantienen verticalmente en el agua á la profundidad deseada, mediante boyas y pedazos de corcho. Los boquerones cogidos se llevan á la playa y entregan por los pescadores á sus mujeres y niños para que les quiten acto continuo la cabeza, que tiene un sabor amargo, y las tripas, operación que verifican con suma destreza con el dedo pulgar, en un abrir y cerrar de ojos; gran parte del producto se vende en estado fresco, pero el boquerón se sala también en gran cantidad, en cuya forma constituye la anchoa verdadera, tan estimada en todas partes. Así para la pesca del boquerón como para la de la sardina, suelen cebarse las redes en Francia é Italia, á fin de atraer á los peces; los franceses emplean al efecto las huevas saladas del bacalao, que importan de Noruega en gran cantidad, mientras que los italianos hacen, con el mismo objeto, una pasta con crustáceos machacados.

De algunos años á esta parte desempeña un papel importante en la pesca de mar de la costa oriental de la América del Norte un pez parecido á un arenque muy grande, que allá se llama *menhaden* ó *bunker*, y cuyo nombre científico es *Clupea menhaden;* se coge durante todo el verano, principalmente

para la fabricación de aceite y guano, empleándose en su pesca, con gran ventaja, la red especial llamada de bolsa (fig. 345), que es de invención relativamente reciente y cuyo uso se va generalizando cada vez más. Esta red, hecha de algodón hilado, se halla provista de corchos en su borde superior y de plomos en el inferior, y cuando se halla suspendida entre dos barcos tiene el aspecto de una hamaca colosal; para su empleo se necesitan una goleta y dos ó tres barcos menores, uno de los cuales, llamado «bote de la red,» está construído expresamente para el objeto. Cuando desde la goleta se reconoce, por ciertas señas,

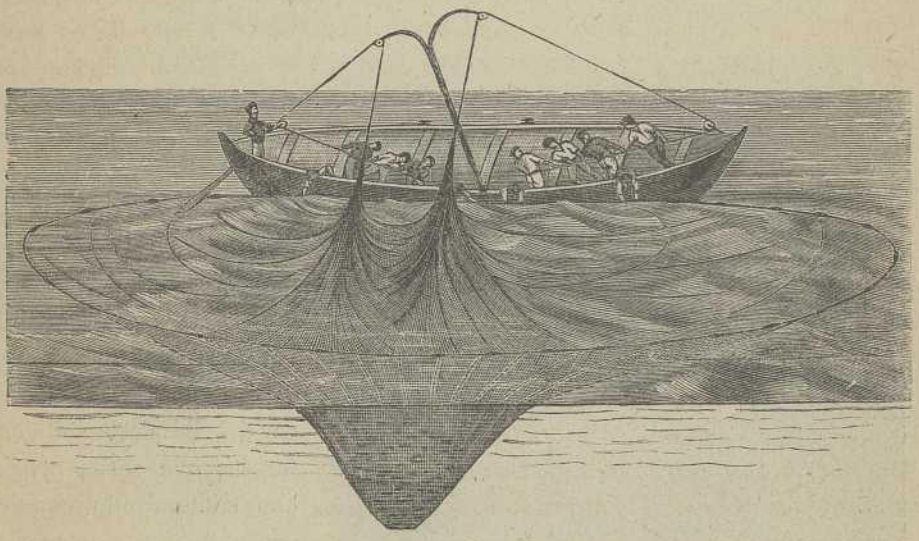


FIG. 345.—Pesca con la red de bolsa.

haber llegado á un sitio donde abunda el pez, aléjanse de ella con la red el bote consabido y uno de los barcos menores de vela, el que, tomando una posicion conveniente, recibe á bordo las cuerdas correspondientes á un ala de la red, y procura no moverse del sitio, mientras que el bote se larga á toda fuerza de remos, dejando caer la red, á medida que describe con la mayor rapidez posible un gran círculo de unos 130 metros de diámetro; al volver así á su punto de partida, es decir, al barco fijo, vuelve á tomar de éste las cuerdas antedichas, y montando una ligera grúa de hierro provista de poleas, empieza su tripulación á recoger la red por medio de las cuerdas corredizas de su borde inferior, de modo que se va cerrando como una bolsa, como indica nuestro grabado. Toda la manipulación debe verificarse en el espacio de veinte minutos, á fin de evitar que los peces se escapen, y entonces la pesca resulta muy abundante, encargándose seguidamente del producto la goleta. De esta manera (omisión hecha de otras) se cogieron en el verano de 1878 nada menos que 118.309.200 menhadas, que dieron, entre otros productos, 1.063.122 litros de aceite de pescado, elevándose el valor total del producto de dicha pesca á la cantidad de 8.288.950 pesetas.

PESCA DEL BACALAO

La pesca de varias especies de peces de la familia de los gádidos, á la que pertenecen en primer término el bacalao *(Gadus morrhua*, fig. 346) y el *G. æglefinus* (el *gade* de los franceses, *schellfisch* de los alemanes y *haddock* de los ingleses), amén de otras menos abundantes, supera por su importancia económico-nacional á todas las demás pescas, la del arenque inclusive. Es verdad que en los últimos tiempos ha sido dicha pesca relativamente menos productiva que otras veces; pero merced á la adopción de métodos perfeccionados y la explotación de nuevas pesqueras, promete recobrar lo perdido. Doscientas mil personas se ganan el sustento cada año en la pesca del bacalao, sin contar las que sacan provecho comerciando con el producto.

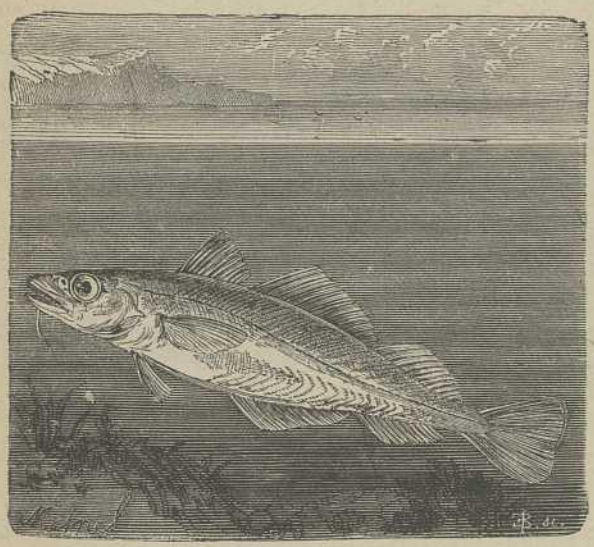


FIG. 346.—El bacalao.

La región principal donde se encuentra el bacalao es el gran banco de Terranova, al Este del golfo de San Lorenzo (Canadá), al que se liga un interés político. El bacalao de Terranova fué por primera vez objeto del comercio durante el reinado de Enrique VIII de Inglaterra (siglo XVI), y desde este tiempo en adelante fueron visitados aquellos bancos tan productivos, no sólo por los pescadores ingleses, sino también por los españoles, portugueses, franceses é italianos. La pesca dió lugar á graves conflictos entre estas naciones, y con frecuencia las aguas del océano se vieron enrojecidas con sangre humana, en vez de con la de los peces. En el año 1615 empleaban ya los ingleses en dicha pesca 250 buques, siendo el puerto principal de dicha isla el de San Juan, donde acudían los barcos de la madre patria para abastecer á los pescadores con los géneros que necesitaban, á cambio de los cuales se llevaban el pescado. También los franceses fundaron colonias en las costas septentrional y meridional de Terranova, y levantaron la ciudad de Placentia. En la actualidad, y además de ingleses y franceses, únicamente los norteamericanos tienen el derecho de pes-

car en aquellas aguas; pues al reconocer Inglaterra la independencia de los Estados Unidos, tuvo que conceder á éstos semejante franquicia. ¡Cuál no debe ser la importancia de una pesca que tantas veces ha sido la manzana de discordia entre poderosas naciones y el objeto de tratados especiales!

El célebre banco al Este de Terranova, cuya riqueza en pescado deja en la sombra la de todas las demás pesquerías, se extiende en una longitud de unos 960 kilómetros y una anchura de 320. Durante el invierno se retira el bacalao á las aguas más profundas; pero en la primavera vuelve á aparecer, y entonces se aprestan las flotillas para su pesca. Según Hind, se reunieron allí en 1874, con tal objeto, más de 18.600 barcos, tripulados cada uno con siete ú ocho hombres, y procedentes tan sólo de las colonias británicas; mientras que de Francia llegan anualmente unos 180 barcos con 7.700 hombres, y próximamente otros tantos de los Estados Unidos. El resultado de la pesca varía bastante de año en año; pues al paso que en 1875 cogieron los franceses 40 millones de kilogramos de bacalao, por valor de 16 á 18 millones de francos, en el año anterior no fué el producto sino mediano, y en 1876 resultó sumamente exiguo; los canadenses cogieron en 1875 casi tanto como los franceses, ó sea 38.500.000 kilogramos, de los que más de 21 millones procedieron de la costa de Nueva Escocia, al Suroeste de Terranova.

En la región canadense dura la pesca del bacalao desde Junio hasta mediados de Septiembre, y en las costas de Islandia y Noruega, donde también se practica en grande escala, tiene lugar en Febrero y Marzo. El bacalao no se coge con redes, sino con anzuelos, sujetos por medio de cordelitos cortos, y en número de más de dos mil, á un cable de unos 400 metros de largo; los anzuelos se ceban con pequeños peces, pedazos de carne de pescado, crustáceos, jibias, gusanos marinos *(Arenicola)* y otros animalitos, prefiriéndose, sin embargo, un pequeño pez del género *Osmerus*, que se pesca en gran cantidad con dicho objeto, y del que depende en gran manera el éxito de la pesca del bacalao. El cable se sumerge por medio de pesas, suspendido de trecho en trecho á varios toneles flotantes, que sirven para indicar dónde se encuentra; de cuando en cuando se eleva hasta la superficie por medio de un torno, retirando los peces cogidos y volviendo á cebar los anzuelos. Otro procedimiento consiste en sujetar el extremo del cable á un barco, ó bien en colgar los anzuelos mediante cuerdas más cortas y ligeras al borde de los botes de remos, picando el bacalao mientras dichas embarcaciones circulan por el agua. Con la destreza y paciencia correspondientes, puede coger diariamente cada pescador de 150 á 200 peces, que alcanzan hasta metro y medio de largo, y que, después de quitados la cabeza, el hígado, las tripas y la esquena, se echan en sal ó se secan sencillamente al aire (fig. 347), ó bien se salan y secan; en la costa de Terranova se encuentran 8.900 lugares dispuestos para la conservación y exportación del bacalao, y el producto recibe en el Norte de Europa diferentes nom-

bres, según que esté preparado de una ú otra de las tres maneras indicadas.

En las aguas de Islandia se entregan á la pesca del bacalao, además de los islandeses, para quienes dicho pez constituye un alimento diario, los franceses, que acuden anualmente á aquellas costas en número de más de cuatro mil, distribuídos entre 250 barcos, y se llevan pescado por valor de unos siete millones de francos.

En Noruega se distinguen dos especies de bacalao, una grande y muy apre-



FIG. 347.—Secado del bacalao en Terranova.

ciada, que se denomina allí *skrei*, y la otra, más pequeña y de calidad inferior, llamada *sei*. La pesca del *skrei*, que se encuentra en especial al Oeste de las islas Lofoten, empieza en Enero y dura hasta Abril, ocupándose en ella más de 70.000 hombres, que acuden á todas las partes de la costa noruega en unos 16.000 barcos de construcción especial (fig. 348); la faena se verifica principalmente con anzuelos, cebados con arenques y otros peces menores; pero sucede con frecuencia que el bacalao se presenta en cantidad tal, formando masas tan compactas, que los anzuelos no se sumergen, sino que quedan tendidos encima de los peces. En aquellas playas roqueñas, generalmente desiertas, se desarrolla entonces una actividad sin igual; hombres y mujeres esperan la llegada de barcos cargados de pescado, para quitarle la cabeza y destri-

parlo, y por doquier se anda en medio de despojos sangrientos. Aquí se ocupan las gentes en la salazón del producto; más allá se seca el bacalao sin salar, colgándolo en series de palos ó extendiéndolo sobre la roca, mientras que en otros puntos se encuentran grandes barriles de doble fondo agujereado, en cuya parte superior se echan los hígados del pez, que van soltando gradualmente el conocido aceite, al que tantos atribuyen, erróneamente, una virtud medicinal, aunque parece que la sangre y la linfa lo absorben más fácilmente que otras grasas. El Gobierno ejerce vigilancia sobre la pesca, y se encarga tambien de cuidar el producto expuesto á secar; pues este procedimiento natural dura de Abril hasta Junio, en cuya época los pescadores tienen otras ocupaciones en sus comarcas respectivas, volviendo después para recoger el bacalao seco. La pesca del *sei* tiene lugar durante el verano, en toda la costa noruega, hasta más allá del cabo Norte, y es también muy productiva, si bien este pez es, como ya dijimos, de calidad inferior. La fig. 349 ofrece una vista del puerto de Bardö en dicha época del año.

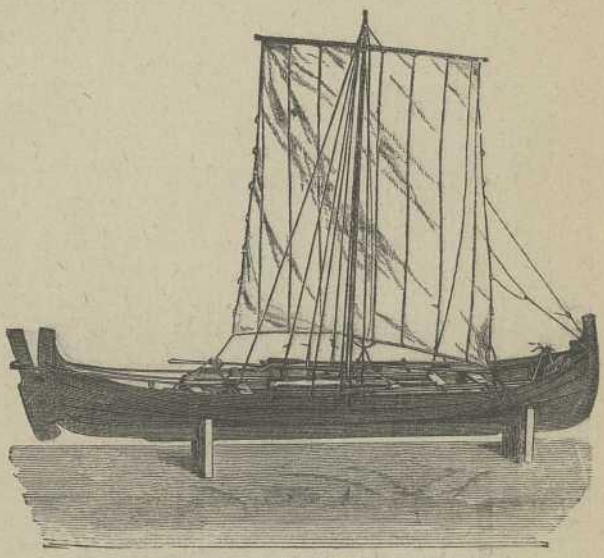


FIG. 348.—Barco noruego de los pescadores de bacalao.

Desde 1876 á 1878 se cogieron en las aguas de Noruega, por término medio anual, 49 millones de piezas de bacalao de primera (*skrei*), y el valor de la cantidad exportada anualmente al extranjero asciende, por término medio, á 35 millones de pesetas, enviándose el producto á Suecia, Alemania, Holanda, España, las Antillas y el Brasil, en cuyos últimos países constituye un alimento importante del pueblo durante la Cuaresma y demás días llamados de ayuno. La producción de aceite de hígado de bacalao equivale, por término medio, á 146.000 hectolitros, y la de las huevas saladas de bacalao á 52.000, mientras que se aprovechan anualmente más de 21 millones de cabezas del pez en la fabricación de guano para el abono de los campos.

En el mar del Norte practican la pesca de que hablamos los ingleses, holandeses y belgas, acudiendo á un gran banco de arena llamado Doggerbank, donde se encuentra el bacalao en bastante abundancia, y se coge también con el anzuelo. Pero en dicho mar es mucho más importante la pesca de la especie *Gadus aeglefinus*, que hemos mencionado anteriormente, y en la que toman parte también los alemanes. En 1879, los sesenta barcos de la isla de Nordeney

cogieron por su cuenta 1.331.900 peces de dicha clase, que alcanzan una longitud de 60 centímetros, y se comen frescos ó salados, y secados ó ahumados. Y diremos en este lugar que se considera en el Norte y Centro de Europa como delicadeza gastronómica la lengua del bacalao, con las partes anejas de las mandíbula inferior, partes que se salan con cuidado y constituyen un artículo de comercio; además se estima también mucho la vejiga natatoria de dicho



FIG. 349.—El puerto de Bardö (Noruega) durante la pesca del *sei*.

pez que se sala, y que los noruegos llaman *sunde maven*, es decir, «estó mago sano».

Aunque el bacalao suele presentarse en nuestra costa cantábrica, su pesca no ofrece, ni con mucho, la importancia que en las regiones referidas; pero en los últimos años se han descubierto otras pesquerías abundantes, que son ya objeto de una explotación bastante activa. Por ejemplo, desde el año 1860 acuden los pescadores del Norte á la llamada «Mina del pescado,» un banco de arena muy extenso, en torno del árido peñasco de Rockall, que se eleva sólo seis metros sobre el nivel del mar entre Islandia y las Hébridas. Aquí se encontró el bacalao en cantidad enorme y de tamaño nunca visto, habiendo pez del peso de 50 kilogramos; y como nunca se le había molestado, picaba ávidamente, de modo que los anzuelos todos sacaban presa; el mar en torno de aquella peña solitaria vale millones, siendo una verdadera California acuática, que todos los años atrae miles de barcos, la mayor parte ingleses, que vuelven con un rico

botín. También se han descubierto varias pesquerías de bacalao al Norte de Finnmark y alrededor de Spitzbergen, y recientemente un americano, el capitán Turner, ha encontrado otras muy abundantes próximas á las islas Aleutas, en la costa Nordeste de Asia, así como al Sur de la península de Alaska, cerca de las islas Schumaginas. Por consiguiente, no hay motivo para temer que disminuya la producción anual del bacalao.

PESCA DEL PESCADO FRESCO

Bajo este título nos ocuparemos sucintamente de los peces que se comen generalmente en estado fresco, en lugar de someterlos á una preparación ó medio de conservarlos, como sucede con la mayor parte del arenque, la sardina y el bacalao. Como á consecuencia de la adopción de mejores medios de transporte ha aumentado notablemente el consumo de pescado fresco en el interior, la pesca consabida toma cada año mayores proporciones, y en algunos países, como Inglaterra y los Estados Unidos, su importancia económico-nacional es ya casi tan grande como la del género de pesca de que acabamos de tratar.

Los pueblos europeos del Mediterráneo, que no tienen á su alcance bacalao y arenque frescos, por no encontrarse estas especies en dicho mar, hacen, en cambio, gran consumo de la merluza *(Merluccius vulgaris)* y del atún *(Thynnus vulgaris)*. La pesca de este último, que tiene con frecuencia un peso de 130 á 300 kilogramos, se remonta en España á tiempos antiguos. Aristóteles afirma que los fenicios de Cádiz hacían grandes pescas del atún, que después de salado llevaban á Cartago para su consumo. Del conocimiento del paso periódico de este pez por el Estrecho de Gibraltar partió indudablemente la idea de atajarlo con redes movibles primero y fijas más tarde, llegando á dar esta pesca, en los siglos medios, productos pingües á ciertas casas señoriales que tenían el privilegio de explotación en nuestras costas. En la actualidad se pesca el atún en gran cantidad en las costas de Portugal, y más aún en las de España é Italia, y la operación se verifica por medio de anzuelos especiales; pero más generalmente con enormes y costosas redes fijas, llamadas almadrabas, y que se sitúan en puntos determinados de la costa. En España hay más de 40 almadrabas, cuyo derecho de instalación subasta el Estado, dándole un producto anual de unas 150.000 pesetas, y el valor de la pesca asciende á más de dos millones de pesetas. Desde principios de Abril acude todos los años á las pesqueras gran número de barcos de diversas procedencias, ora para tomar parte activa en la pesca, ora para comprar el producto, y durante dicho mes se hacen todos los preparativos necesarios. El 3 de Mayo se demarca la línea para la sumersión de la red, operación que tiene lugar al día siguiente con ayuda de varios barcos y en medio del mayor júbilo. En semejante sitio es preciso que las aguas tengan por lo menos

veinte metros de profundidad; la red misma ó almadraba, puede compararse á un gran edificio con siete salas, cuyo piso descansa sobre el fondo del mar, donde se sujeta por medio de pesadas piedras; las paredes exteriores están provistas de cables sujetos á una serie de anclas, y se mantienen verticalmente en el agua por medio de masas de corcho atadas de trecho en trecho á su borde superior; entre el edificio, digámoslo así, y la playa, se halla cerrado el paso por otra red flotante en forma de pared, mientras que del lado del mar se tienden redes de manera á formar como un embudo, por el que penetran los peces en la sala ó cámara mayor, y de ésta en las demás; cuando la penúltima se halla llena de peces, se cierra por la parte posterior mediante cuerdas corredizas, y entonces se procura que la pesca pase al último compartimiento de la red, que se llama «cámara del copo».

Con este objeto, el pescador que dirige la operación echa entre los peces, en la penúltima cámara ó división, una piedra grande envuelta en una piel de carnero, negra, á fin de espantarlos; mas si este ardid no da resultado, es preciso estrechar la penúltima cámara por medio de cuerdas, de manera que los peces se vean obligados á entrar en la «cámara del copo» por falta de espacio. Conseguido esto, y cerrada la entrada, el director iza una bandera blanca sobre su barco, llamado *caparraez*, y al momento, y en medio de vivas atronadores, la «cámara del copo» se rodea por barcos llenos de hombres activos, que empiezan á levantar la parte correspondiente de la red, recogiéndola sobre sus embarcaciones, hasta que todos los peces se encuentran como amontonados á la superficie del agua. Entonces grita el director «¡maten!,» y todos empiezan á coger la presa y echarla en los barcos, empleando en la faena palos armados de ganchos y tridentes llamados croques; la agitación del mar producida por los atunes encerrados en espacio tan estrecho, sus saltos al sentirse heridos, la lucha de los pescadores con los peces más grandes, las aguas cubiertas de espuma y teñidas con sangre, en medio de los gritos de alegría de los espectadores, componen un cuadro animado y original, del que es sólo pálido reflejo el grabado adjunto (figura 350). Terminada la pesca, se trasladan los barcos á la playa con su producto, y después de quitarle la cabeza al pez y destriparlo, se le echa la sal necesaria en vista del calor de la estación, y se entrega á los compradores. Mucho atún se come fresco, mientras que parte de él se sala, escabecha ó conserva en aceite; sus huevos salados recuerdan el *caviar*, que tanto se estima en el Norte de Europa, y consiste en las huevas del esturión, un pez de los grandes ríos.

Otro pez del mismo género que el atún, que se consume bastante en nuestro país, es el bonito *(Thynnus pelamys)*; pero entre las diversas especies que producen nuestros mares y constituyen manjares muy apreciados, debemos mencionar el pajel *(Pagellus erythrinus)*, el besugo *(Pagellus cantabricus)*, y el mero *(Serranus gigas)*, que alcanza hasta un metro de largo. Estas y otras muchas especies comestibles, que se pescan, ora con el anzuelo, ora con redes,

son peces de cabeza simétrica; pero, hablando en general, el mayor contingente del pescado que se come fresco lo proporciona la categoría singular de los peces



FIG. 350.—Pesca del atún en una almadraba.

planos, cuya cabeza es asimétrica, hallándose colocados sus ojos en el mismo lado, ó sea el superior, pues estos peces permanecen ordinariamente sobre el fondo del mar con dicho lado dirigido hacia arriba, cuyo lado presenta con frecuen-

cia una coloración distinta y más oscura que el inferior. A esta categoría pertenecen, entre otros, la platija *(Pleuronectus platessa*, fig. 351), y su congéne-

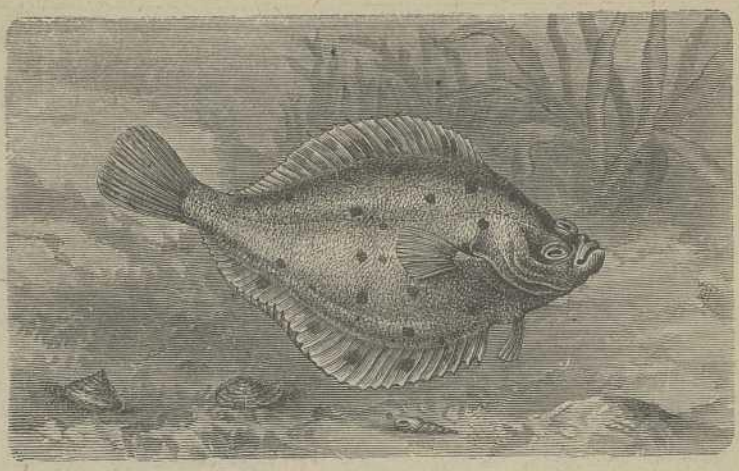


FIG. 351 —La platija.

re *P. Flesus;* el rodaballo *(Rhombus maximus*, fig. 352); sus congéneres *R. hippoglossus* y *R. vulgaris*, y el lenguado *(Solea vulgaris*, fig. 353), de los que el rodaballo y el lenguado se consideran generalmente, y con razón, como los más finos de todos los peces europeos de mar.

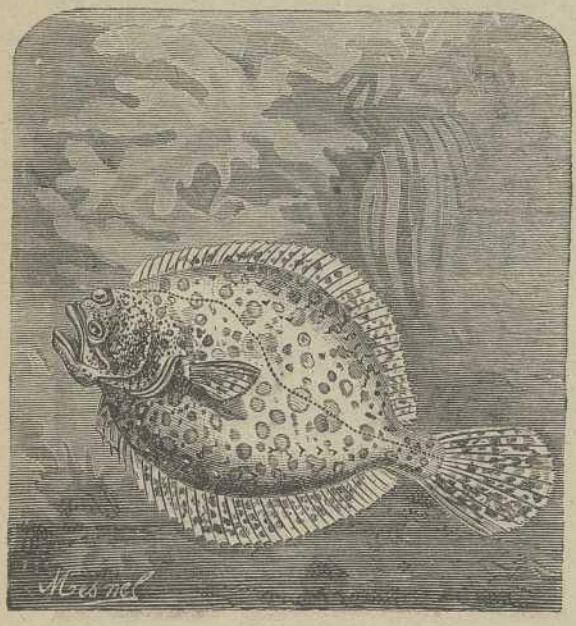


FIG. 352 —El rodaballo.

Como los peces planos frecuentan, sin excepción, el fondo de los mares, donde se alimentan principalmente con gusanos y moluscos, y tienen la costumbre de soterrarse en el légamo ó arena (fig. 353), es evidente que las redes ordinarias, flotantes y de rastrillo, no sirven para su pesca; además, muy pocas especies pican, entre ellas el rodaballo, de modo que, salvas estas excepciones, tampoco se puede emplear el anzuelo. Por esto se han adoptado las redes dichas de *draga*, esto es, redes en forma de saco, cuyo borde inferior y anterior

está cargado de manera que penetre un poco en el fondo blando del mar, mientras la boca ó abertura se mantiene abierta por medio de una disposición adecuada. La mayor de esta clase de redes es la que los ingleses emplean con tanto

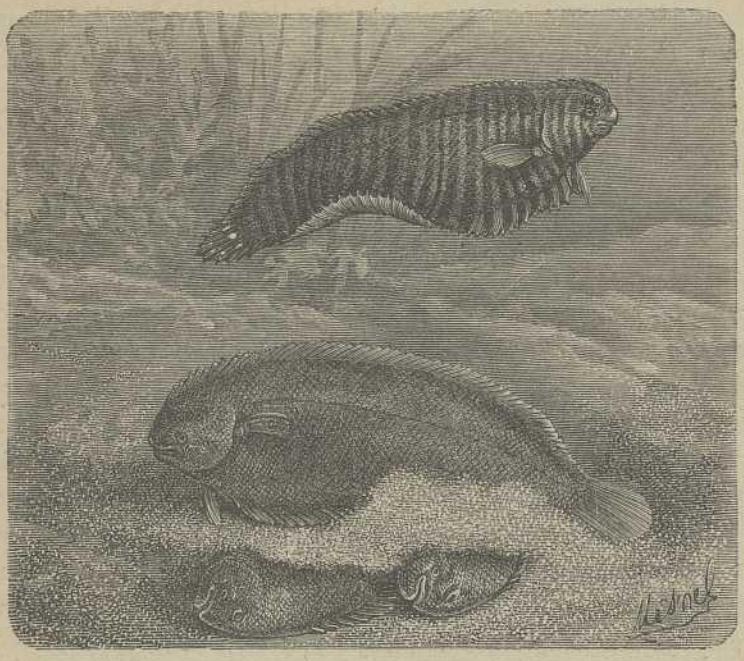


FIG. 353.—El lenguado.

éxito en el mar del Norte, y que llaman *trawl* ó *beam-trawl* (en francés *drague*), y que reproducimos en la fig. 354; constituye un saco embudiforme de 15 á 30

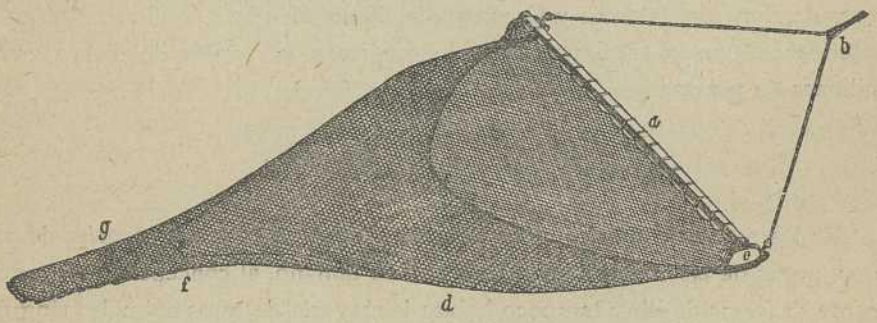


FIG. 354.—Red de draga.

metros de largo, cuya abertura, de 8 á 16 metros de ancho, se mantiene abierta por medio de un palo *a*, sujeto á su borde superior, palo que descansa sobre dos piezas de hierro *c* de un metro de alto; el borde inferior de la abertura forma un semicírculo y se halla reforzado por una pesada cuerda, sujeta por sus extremos á las piezas *c*, y que va arrastrando sobre el fondo ó, mejor

dicho, lo va dragando, á medida que avanza el barco, al que se sujeta la red mediante la cuerda *b*.

Hace treinta años, apenas se dedicaban á este género de pesca con la red de draga en el mar del Norte treinta barcos ingleses, mientras que actualmente se emplean en la misma 3.000 barcos de vela y vapores con una tripulación de 15.000 á 20.000 hombres, procedentes principalmente de los puertos de Grimsby y Hull. La época más activa es el invierno, durante el cual se ocupan continuamente varios vapores grandes en llevar el producto de la pesca á dichos puertos, donde unas 20.000 personas encuentran empleo en la preparación y el embalaje del pescado y su expedición á las ciudades del interior; en el año 1882 se cogieron más de siete millones de peces, principalmente rodaballos, lenguados y platijas. Desgraciadamente, la red de draga causa mucho perjuicio en los fondos cubiertos de vegetación, pues revuelve demasiado los légamos ó arenas y destruye de este modo los huevos de muchos peces; además se coge en dicha red infinidad de peces demasiado pequeños ó jóvenes para el consumo, que resultan en parte aplastados, y por ende perdidos; todos los años se convierten en abono para los campos más de 50.000 quintales métricos de este pescado muerto. En las costas alemanas del mar del Norte, pero más especialmente en las del Báltico, se pescan también los peces planos en parte por medio de redes de draga, aunque más ligeras que las inglesas, y en parte mediante rastrillos de construcción especial; en las aguas del Holstein, por ejemplo, se cogen anualmente unos 150.000 kilogramos de platijas y otros peces.

El rodaballo y la especie análoga llamada *Rhombus hippoglossus*, que son los mayores entre los peces planos, y de los que el último alcanza con frecuencia un peso de cien kilogramos, se cogen también con el anzuelo; el *Rhombus hippoglossus* se pesca de este modo, principalmente en los mares septentrionales, cerca de Noruega, Islandia y Groenlandia, distinguiéndose en el arte los norteamericanos, que en 1876, por ejemplo, cogieron por valor de siete y medio millones de pesetas.

LOS CETÁCEOS Y SU PESCA

En los mares de nuestro globo se encuentran unas cuarenta especies de cetáceos, pocas de las cuales responden, por su tamaño, al concepto que generalmente se forma de ellos; tampoco habita la mayoría de estos animales singularísimos los mares glaciales, como vulgarmente se cree, sino las aguas de las zonas templadas y cálidas. Algunos permanecen con preferencia en la proximidad de las costas, presentándose á veces en bahías, rías y puertos, mientras que otros viven en alta mar y se aproximan rara vez á la tierra firme; pero salvo cortas excepciones, todo cetáceo se mantiene siempre dentro de límites climatológicos determinados. Tenemos cetáceos que sólo viven en aguas relativamente cálidas,

y otros que son exclusivamente propios de las frías, siendo pocas las especies que viven, ora en unas, ora en otras; además se conocen dos especies de delfines que sólo viven en ríos como el Ganges y el Amazonas. Dos ó tres especies de tamaño relativamente pequeño, como el manatí de la América meridional, son herbívoros, y se presentan también á veces en ríos caudalosos; todas las demás corresponden á la clase de los zoófagos, es decir, se alimentan de sustancias animales, y son las que mayor importancia tienen para el hombre.

Los cetáceos nada tienen de común con los peces, salvo la vida acuática y cierto parecido general en la forma exterior, si bien en los peces la aleta caudal es vertical, mientras que es horizontal en los cetáceos, que son mamíferos, respiran por medio de pulmones, y no mediante branquias como los peces, y tienen sangre roja caliente, hallándose provistas las arterias cardiaca y pulmonar, de grandes depósitos en forma de saco, en los cuales puede acumularse tanto la sangre purificada como la por oxigenar. Merced á esta disposición, tienen los cetáceos la facultad de poder permanecer algún tiempo bajo el agua; las grandes ballenas de diez á veinte minutos, y una especie, el cachalote común, hasta una hora ó más. Los huesos de los cetáceos son macizos, sin tuétano, pero completamente impregnados de aceite; todo su cuerpo, incluso las aletas, se halla revestido, bajo la piel, de una capa elástica de grasa, que le presta mayor ligereza en el agua é impide la pérdida demasiado rápida de calor; según la especie y el tamaño del cetáceo resulta más ó menos gruesa dicha capa de grasa, alcanzando hasta 47 centímetros de espesor, y por su derretimiento se obtiene el conocido aceite. Las extremidades torácicas, ó brazos de los cetáceos, se hallan reducidas á especies de remos á manera de aletas, y las abdominales son aún más rudimentarias y no aparecen al exterior; la aleta caudal, que es relativamente grande, siendo su ancho igual á la quinta y hasta la tercera parte de la longitud total del cuerpo, carece de huesos, componiéndose no más que de tendones y grasa, y sirve principalmente como órgano de locomoción. Una ballena grande, nadando con comodidad, sin apresurarse, camina á razón de 10 á 11 kilómetros por hora, y huyendo de la persecución alcanza tal vez 25 kilómetros ó más, es decir, tanto como un barco de vapor; algunas especies, en particular los pequeños delfines, nadan todavía más rápidamente. Los órganos de los sentidos no están bien desarrollados en los cetáceos, cuya vista es bastante imperfecta, y el oído en cambio bastante bueno, mientras que carecen al parecer completamente de olfato; la nariz se reduce á un sencillo conducto para el aire que desemboca en la parte más superior de la cabeza, hallándose el orificio provisto de un bulto ó especie de válvula que, al sumergirse el animal, efectúa el cierre hermético. Según las observaciones del célebre viajero Pechuel-Loesche, que acompañó varios años seguidos en sus expediciones á los barcos balleneros americanos, observaciones exactas que, como las de otros hombres de ciencia, han arrojado mucha luz sobre la vida y costumbres de los animales que nos ocu-

pan, tendiendo á disipar muchos errores populares, ningún cetáceo lanza columnas de agua por el orificio nasal, como vulgarmente se cree. Esta creencia estriba en el hecho de que, cada vez que la ballena espira el aire de la aspiración anterior, la humedad procedente de sus enormes pulmones se escapa también, elevándose en la atmósfera en forma de vapor, que se condensa más ó menos, según la temperatura, y produce como una columna blanca de niebla, que á veces se distingue desde una distancia de muchos kilómetros y se tomaba antes por agua espumosa; raramente, y sólo una vez después de volver á la superficie del mar, alguna que otra ballena echa un poco de agua por el orificio nasal; pero es esto un caso excepcional que demuestra que el cetáceo, como el nadador humano, absorbe casualmente alguna agua por la nariz, produciéndose la irritación consiguiente, que determina el que arroje el líquido; lo que sí lanza al aire, durante la respiración normal, de ocho á cuarenta veces después de reaparecer á la superficie del agua, es sencillamente la humedad de los pulmones en forma de vapor. El soplido de las ballenas mayores puede oirse á gran distancia, asemejándose al ruido que produce el vapor que escapa de una máquina que trabaja difícil y lentamente; en los cetáceos pequeños el soplido es corto y brusco, y como sus pulmones son pequeños, la humedad ó vapor que sale se distingue raramente.

Los cetáceos son, por lo general, de color oscuro, negro, gris ó pardo; en algunas especies el lado abdominal es blanco como la leche; otras ostentan manchas ó rayas claras en su piel, mientras que algunas son blancas por completo ó amarillentas. Sus proporciones varían todavía más: los delfines propiamente dichos sólo tienen de 1,25 á 1,50 metros de largo; otros de igual género miden hasta siete ú ocho metros; varias especies de ballenas alcanzan hasta 12, 15 y 22 metros de largo, y hay algunas, como la jubarta, que miden 32 metros. También difieren mucho los cetáceos por su forma: algunas especies son esbeltas y elegantes, á la vez que otras son gruesas y pesadas; unas ostentan una aleta dorsal baja, otras una alta ó bien un bulto á manera de joroba, al paso que otras tienen el dorso casi liso; su cabeza es, ora corta y gruesa, ora larga y apuntada, habiendo ballenas que la tienen monstruosa, redondeada ó cuadrada. Muchas especies, como las ballenas propiamente dichas, carecen de dientes, teniendo en cambio el paladar aquillado y con grandes placas córneas, de las que se sacan las ballenas para la industria. Hay ballena que da 1.500 kilogramos de éstas, de cuatro á cinco metros de largo, mientras que en otras especies las ballenas son cortas, quebradizas y de poco valor. Los cetáceos que las tienen largas las emplean á modo de cedazo, pues por medio de su enorme lengua obligan al agua que entra en su boca á salir lateralmente á través de ellas, entre las que quedan presos los pequeños organismos marinos que constituyen el alimento de dichos cetáceos. De esta manera la ballena común *(Balæna mysticetus)* se alimenta casi exclusivamente de dos diminutas especies de cara-

col, de 25 á 40 milímetros de diámetro, que pueblan las capas superiores de los mares septentrionales en enormes cantidades. Las ballenas cortas de otros cetáceos forman también una especie de red, en la que quedan presos los pequeños peces, como el arenque, y los cetáceos provistos de dientes, como los delfines y cachalotes, se alimentan con peces, cefalópodos y organismos análogos. Algunos cetáceos muy voraces, como el *Delphinus orca*, que alcanzan de siete á ocho metros de largo, son los enemigos encarnizados de las grandes ballenas, que persiguen en bandas y matan á bocados, comiéndose sus partes más tiernas.

Todos los cetáceos carnívoros se clasifican en dos grupos principales, según que tienen dientes ó carecen de ellos; los dentados, excepción hecha de los cachalotes, que miden hasta 22 metros de largo, rara vez exceden de 10 metros, mientras que los edentados ó sin dientes, siempre exceden de esta medida, alcanzando con frecuencia el doble ó el triple. Los cetáceos dentados viven reunidos en grupos ó hatos, formando escuelas, como se dice en el Norte; las especies más pequeñas de delfines se encuentran frecuentemente en bandas numerosas, compuestas de cientos y hasta de miles de individuos, mientras que los grandes cetáceos componen, por lo general, grupos mucho menos numerosos; sin embargo, en esto no hay regla fija, pues los grandes cachalotes, especialmente las hembras, se encuentran á veces reunidos en número de varios centenares. Los cetáceos edentados viven también en sociedades, aunque más libremente, pues los grandes machos de todas especies se separan con frecuencia de los grupos, surcando los mares aisladamente.

Los norteamericanos son hoy día los principales pescadores de cetáceos, tanto respecto del número de hombres y barcos que emplean, como respecto de la importancia y el atrevimiento de sus expediciones. En el año 1859 tenían destinados á esta industria 661 barcos grandes con 16.000 hombres, y el valor del producto se elevaba á 60 millones de pesetas; cruzan todos los mares en busca del cetáceo, y mientras en sus expediciones pequeñas, que duran de tres á veinte meses, emplean barcos relativamente pequeños, llevan á cabo empresas mayores, que duran de treinta á cuarenta meses, con barcos de 300 á 400 toneladas, tripulados por unos treinta hombres. El puerto de partida principal de los pescadores de ballena es Nueva Bedford, á unos 50 kilómetros al Sur de Nueva York; los que pescan en el Pacífico descargan su producto en San Francisco, donde permanecen durante el invierno. Cualquier barco, por viejo y usado que fuese, se consideraba antes bueno para la industria de que hablamos; pero hoy se construyen muchos barcos expresamente para ella, equipándolos del modo más completo; el vapor sólo se emplea como motor de semejantes naves cuando se destinan también á la caza de la foca, pues los barcos no más que balleneros son siempre buques de vela. A pesar de todo, la pesca de la ballena no se practica tanto como otras veces, y su producción ha disminuido notablemente; en parte porque la procreación del cetáceo no ha

guardado compás con la persecución tan activa de que era antes objeto, ó porque, huyendo de ésta, los animales han buscado su seguridad en regiones más septentrionales y menos accesibles; en parte porque, con el descubrimiento del petróleo y el florecimiento reciente de la industria, tanto el aceite de cetáceo como las ballenas han perdido mucho de su valor comercial. Así es que en 1880 la flotilla americana de los pescadores de ballena sólo se componía de 178 barcos, que anualmente no cogen más de cinco cetáceos cada uno, por término medio, que producen de 90 á 125 barriles de aceite, y 750 kilogramos de ballenas.

Los tripulantes no reciben un sueldo fijo, sino parte de las ganancias, lo mismo el capitán que el último marinero. Estas gentes, dice el viajero Pechuel-Loesche, componen una sociedad mixta de las más originales, pues en ella se hallan representadas casi todas las razas humanas y nacionalidades, desde el germano hasta el negro más moreno y el mogol, con sus ojos ladeados, siendo la confusión de lenguas verdaderamente babilónica; muchos de estos individuos son «jóvenes verdes», llenos de entusiasmo, que quieren ver el mundo; otros son hombres que no han hallado suerte en su profesión, algunos, en realidad desgraciados, pero la mayoría sujetos inquietos ó malos, que han estado en conflicto con las leyes de sus respectivos países; de todo hay en uno de esos barcos ballenarios. Pero este carácter aventurero de la tripulación responde perfectamente á un oficio en el que se sufren por fuerza grandes penalidades y que supone arrojo y serenidad ante el peligro.

No todas las especies de cetáceos se persiguen con un fin industrial, sino sólo aquéllas cuyo producto puede compensar los peligros y dificultades inherentes á su captura, así como los gastos del equipo. Esto se refiere más especialmente á la pesca en alta mar, pues en la costanera, que sólo se practica cuando se presenta la ocasión, es decir, cuando se acerca á la costa algún cetáceo, no se repara tanto en su especie, y sucede con frecuencia que en determinados golfos y bahías someros se matan por centenares las especies pequeñas. En semejantes cacerías, digámoslo así, lleva el hombre la ventaja, en el hecho de ser dichos animales muy asustadizos y estúpidos, huyendo de los botes ante los gritos de la tripulación y dejándose fácilmente guiar contra la playa, donde quedan encallados; mas si antes de llegar alguno de ellos se atreve á volverse contra sus perseguidores y rompe la línea de botes para ganar el mar, entonces sigue su ejemplo toda la banda, y en el ímpetu de la carga general lleva el hombre la peor parte. Los grandes cetáceos se acercan rara vez á la costa y no se dejan echar á la playa con tanta facilidad; de modo que, sea directamente desde la costa, sea desde un buque, es preciso emprender su persecución según todas las reglas del arte. Sin embargo, este género de pesca se practica con éxito desde muchas islas y regiones costaneras del Atlántico y el Pacífico, y produce ganancias pingües, toda vez que no entra en la cuenta el equipo costoso del

buque de alta mar y de su tripulación. Para los habitantes de las islas Faroer la pesca de cierta especie grande de delfín *(Globicephalus)* constituye una verdadera fiesta nacional, siendo la fuente de un producto constante y notable; otra especie aneja, llamada beluga *(Delphinapterus Leucas)* se persigue también activamente y con gran provecho en las bahías de las costas árticas y rías de los grandes ríos de la Rusia septentrional, en particular el Petschora, que visita dicho cetáceo durante el verano en grandes bandas.

Los grandes barcos americanos que llevan á cabo esas expediciones de que hablamos antes, se ocupan principalmente de la captura de tres especies de cetáceo: la ballena común, la llamada «franca» *(right wale)* y el cachalote. Cuando la ocasión se ofrece propicia, cogen además algunas otras especies, como la ballena de California y el *Delphinapterus*.

La ballena común ó de Groenlandia *(Balæna mysticetus)* vive tan sólo en las regiones septentrionales, cerca de los hielos polares; alcanza de 12 á 18 metros de largo; su capa de grasa es de 30 á 47 centímetros de espesor; sus ballenas tienen hasta cinco metros de longitud, y su cola ó aleta caudal hasta ocho de ancho. Para la industria es la más importante de las ballenas, pudiendo pesar su cuerpo entero hasta unos 750 quintales métricos; su grasa sola de 200 á 300, y sus ballenas hasta 15, componiendo éstas de 330 á 350 placas en cada lado de su mandíbula superior. La ballena común es un animal tímido y no mal intencionado.

La llamada por los americanos *right wale*, ó ballena franca, se encuentra, probablemente en diferentes especies, en las aguas no muy frías de ambos hemisferios; nunca penetra en los mares glaciales ni en los de los trópicos, y, por lo tanto, no puede traspasar el ecuador. Por su forma es muy parecida á la ballena común y produce casi tanta grasa como ésta; sus ballenas son algo más cortas y gruesas. Es un animal bastante mal intencionado, que procura sumergir los botes mediante golpes que les da con la cola.

El cachalote *(Physeter macrocephalus)* es un cetáceo dentado, y se encuentra tan sólo en las aguas de los trópicos y las corrientes calientes que de ellas se derivan. Alcanza una longitud máxima de 22 metros; tiene muy gruesa y monstruosa la parte superior de la cabeza, y estrecha la mandíbula inferior, en la que únicamente se hallan engastados sus poderosos dientes, en número de 48 á 52, que pesan cada uno cerca de medio kilogramo. El cachalote tiene la grasa más fina que la ballena, produciendo el aceite más estimado de su clase, y de ciertas cavidades de su enorme cabeza se extrae la cetina ó esperma, que se emplea en la fabricación de velas, ungüentos, etc.; los cachalotes mayores dan de 2.500 á 5.000 kilogramos de cetina. También se aprecia mucho y paga muy caro, en razón de su rareza, el llamado ámbar gris, que es una excreción pétrea y morbosa de los intestinos de dicho cetáceo, cuyos dientes se utilizan como el marfil. El cachalote es inteligente, brioso, batallador, y, por lo tanto, muy peli-

groso; aplasta con su poderosa cola los botes de sus perseguidores, los tritura entre sus enormes mandíbulas ó los quebranta con su poderosa cabeza; de este modo arremete á veces contra los barcos mayores, y tal es la violencia del embiste, que se registran casos en que buques grandes y bien construídos han sido echados á pique por un cachalote.

Estas son las tres especies más útiles de cetáceos. El cachalote da, por término medio, de 80 á 90 barriles (de á 124 litros) de aceite y cetina, y las ballenas común y franca, de 100 á 120 barriles, y además las ballenas para la industria. Parece que estos animales eran antes mucho mayores y más productivos, y hasta en el año de 1867 se cogió una ballena común en el mar de Bering que dió 310 barriles de aceite. El valor de uno de dichos cetáceos varía naturalmente según su especie y tamaño y los precios que tienen sus productos en los mercados, pudiendo calcularse de 19.000 á 30.000 pesetas, si bien hay ballena cuyo valor asciende á 40.000 ó 45.000. Hoy día se refiere principalmente este valor á los productos mencionados, y una vez extraídos éstos, se entregan al mar los despojos de los cetáceos; pero en la Edad Media, cuando se perseguían con frecuencia las ballenas en aguas europeas, su carne era un alimento común en ciertas costas, y la lengua se consideraba como un manjar delicado, que correspondía de derecho al señor feudal ó á los monasterios.

El valor anual del aceite y las ballenas producidos por la pesca norteamericana sola, durante el período de 1855 á 1875, se elevó, por término medio, á 30 millones de pesetas; pero ha disminuído de un modo considerable en los últimos años. Los barcos balleneros escogen generalmente regiones determinadas, y muchos persiguen durante el verano á la ballena común en los mares glaciales, pasando después más al Sur para cazar ó pescar la ballena franca y el cachalote durante el resto del año. En el verano de 1871 fué víctima la flota ballenera americana de un grave percance al Norte del estrecho de Bering, pues 33 barcos con 16.000 barriles de aceite y 20.000 kilogramos de ballenas fueron cogidos entre los hielos y hubo que abandonarlos. La pesca más afortunada que se ha registrado y de que existe memoria es la del ballenero *Camperdown*, que en 1847 regresó á las islas Shetland después de coger 32 ballenas, llevando á bordo 175 toneladas de aceite; y he aquí un ejemplo de cómo varía con el tiempo el valor de un producto, pues mientras el de dicho buque se vendió entonces por unos dos y medio millones de pesetas, el del ballenero americano *Arctic*, que volvió en 1872 después de capturar 28 ballenas, sólo ascendió á 469.000 pesetas.

Varias especies muy grandes de ballena no se cazaban antes, porque son relativamente pobres en grasa, y en cambio muy veloces en el nadar, mal intencionadas y difíciles de coger; mas desde que los aparatos de pesca se han perfeccionado, empiezan los ballenarios á perseguirlas. Hace ya bastantes años que un comerciante alemán y varios noruegos han establecido en la costa septentrional de Noruega diferentes fábricas, en las que se benefician las ballenas que los

balleneros traen á la playa á remolque, derritiendo primero su grasa para convertirla en aceite, y luego transformando la carne y los huesos en guano, como se hace con los despojos del bacalao y otros peces; todos los años se exporta próximamente un millón de kilogramos de este guano. De esta manera, pues, se aprovechan todas las partes del animal, obteniendo un abono excelente y barato para la fertilización de los campos cultivados, mientras que los buques que se ocupan en beneficiar el cetáceo en alta mar, sólo pueden traerse los productos antes referidos, dejando abandonada la mayor parte de su inmensa presa. Re-

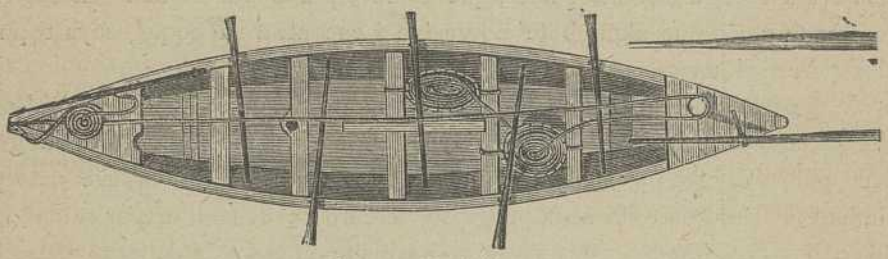


FIG. 355.—Bote ballenero.

cientemente han dado los fabricantes noruegos un paso más, pues con la carne de la ballena han logrado preparar una especie de harina sustanciosa, destinada al cebo del ganado doméstico.

Réstanos hablar del equipo de los balleneros y modo de practicarse la pesca de los cetáceos. Los grandes barcos norteamericanos están, por lo general, pro-

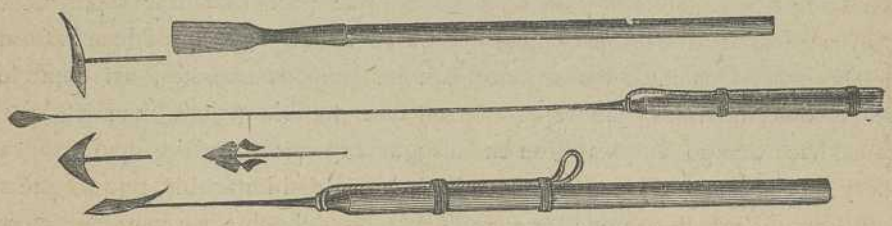


FIG 356.—Armas del pescador de ballenas.

vistos de cuatro botes listos para la faena y otros cuatro de reserva; estos botes (fig. 355) son muy ligeros, si bien de construcción sumamente sólida, de forma perfecta y seguros hasta en las aguas más agitadas; tienen hasta 10 metros de longitud por dos de anchura máxima, y ambos extremos se desarrollan en punta, á fin de que puedan andar en un sentido ó en otro con igual facilidad; están provistos de un mástil y una vela, y además de remos de dos á cinco metros de largo, y uno más largo aún, que se emplea como timón en el extremo del bote, y con el cual puede éste volverse al momento en una dirección cualquiera y hasta girar pronto en torno de sí mismo; esto se comprende teniendo en cuenta que esta clase de botes carece de quilla, empleándose en su lugar una tabla móvil cuando se utiliza la vela. La tripulación de cada bote se compone de seis

hombres, sentándose el oficial que manda en la popa, ocupando la proa el arponero y remando los demás, cuando no están ocupados de otro modo. Cada bote lleva de cuatro á seis arpones, varias lanzas, un fusil de grueso calibre, una espátula para cortar la grasa, hachas y cuchillos (fig. 356) que se hallan colocados en la parte anterior; en la posterior se encuentra la brújula, un barrilete con galleta, otro con agua dulce y una linterna con velas. Semejantes provisiones son necesarias, puesto que los botes tienen frecuentemente que permanecer durante la noche al lado del cetáceo cogido y alejados del buque, ó bien la persecución les lleva á veces á distancias tales, que están errando por el mar días enteros; sucede también que algún bote no vuelve á encontrar su buque, cuya tripulación perece si por casualidad otro barco no la recoge.

«La parte más importante de todo el aparato de pesca, dice Pechuel-Loesche, es la cuerda. Hecha del mejor abacá de Manila, tiene el grueso de un gran dedo pulgar humano y una longitud de 350 brazas; como el más leve entorpecimiento en su desarrollo sería peligroso, se enrosca con el mayor cuidado en dos cubos poco hondos, situados posteriormente en el fondo del bote, entre los bancos de los remadores (fig. 355), y antes de usarla, los dos trozos que corresponden á dichos cubos se empalman ligeramente. La extremidad libre de la cuerda pasa en torno de una clavija de madera dura, fija á la derecha del timonero, y de allí se extiende entre los remeros hasta el extremo anterior del bote, donde se apoya sobre un pequeño rodillo de bronce; al aproximarse el bote á la presa, el arponero recoge de cinco á ocho brazas de cuerda, que enrosca sobre el banco de proa, y sujeta al cabo dos arpones que procura lanzar rápidamente uno tras otro, por si acaso uno no se fijara bien». La fig. 356 reproduce la forma de estas armas; los antiguos arpones, con los ganchos laterales, así como los de ganchos movibles que representaron una notable mejora, han caído en desuso hace tiempo, empleándose en su lugar arpones especiales, que penetran fácil y profundamente y cuyo desprendimiento es casi imposible, puesto que su punta, que es móvil, se pone atravesada después del golpe. Su vara, del hierro dulce más tenaz, tiene unos 60 centímetros de largo, y va fija al extremo de un palo de dos metros de longitud y de ocho á diez centímetros de diámetro; estas dimensiones son aproximadas, pues varían según la fuerza y estatura del arponero. El arma debe penetrar profunda y seguramente, lanzada desde siete ú ocho metros de distancia; su manejo supone, además de arrojo, mucha fuerza y destreza, y un arponero hábil es un hombre muy buscado.

La lanza de mano es otro arma, cuyo hierro, muy delgado, tiene dos metros de largo, desarrollándose en punta ancha, muy pequeña y afilada; se halla también fija á un palo, más delgado y ligero que el del arpón, y se ata asimismo al bote mediante una cuerdecilla. La lanza se tira ó se hace penetrar por presión, empleándose para matar el cetáceo, mientras que el arpón sólo tiene por objeto sujetarlo. En lugar de esta lanza se emplea con frecuencia la llamada de bomba,

consistente en una especie de flecha que se dispara con un pesado fusil, y que, en caso favorable, mata casi instantáneamente al animal. Se han probado también la electricidad y arpones envenenados para dar muerte al cetáceo, y existen además diferentes aparatos de tiro con arpones, granadas y raquetes destinados al mismo fin; pero de ellos sólo da resultados prácticos el fusil de Cordes, un armero de Bremen, y aun así sólo en determinadas condiciones. Los balle-

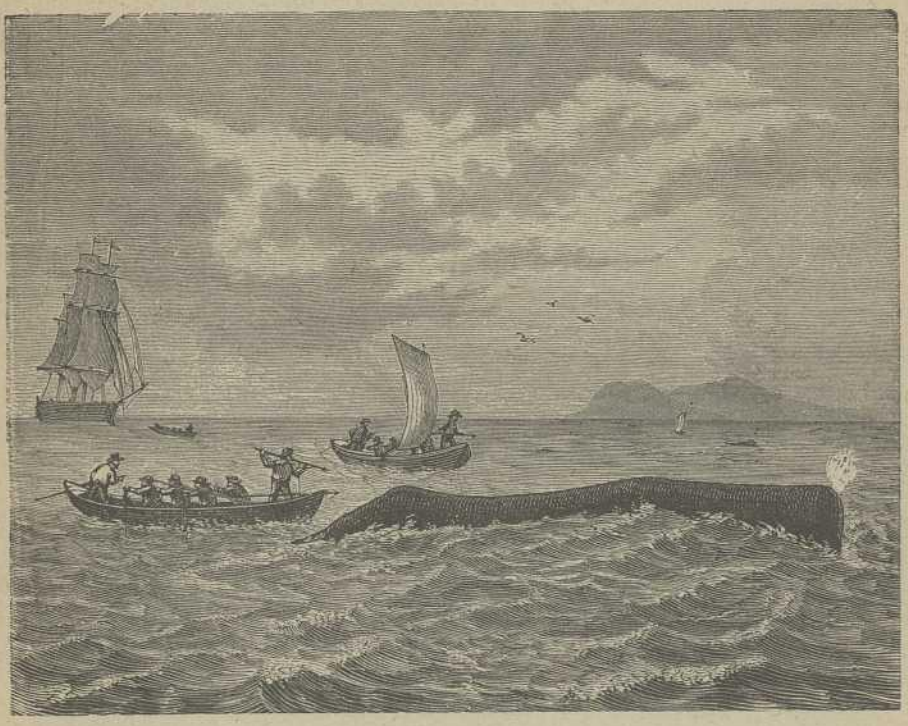


FIG. 357.—Botes acercándose á un cachalote dormido.

neros americanos sólo se sirven ordinariamente de las armas que reproduce nuestro grabado.

Cuando el buque llega á la región frecuentada por los cetáceos, se colocan de continuo vigilantes en la arboladura, y tan luego como uno de éstos descubre la caza á lo lejos, el buque hace vela en su dirección, ó los botes se echan al agua, preparándose todo para la lucha. Uno de ellos se acerca al animal, que flota tranquilamente en la superficie (fig. 357), y el arponero procura fijar su arma en el coloso, que, al sentirse herido, suele sumergirse, para reaparecer después en busca de aire; entonces el arponero de otro bote prueba el meterle otro arpón, después de lo cual el animal se mata lo más pronto posible. La lucha puede durar menos de una hora, ó bien el día entero; á veces una ballena se sumerge tan rápidamente y gana tal profundidad, que toda la cuerda se des-

arrolla antes que otro bote logre fijar su arpón, y entonces el primero corre inminente peligro. Con frecuencia se ven arrastrados los botes con velocidad pasmosa por el cetáceo, que huye, recorriendo muchos kilómetros, y en tales casos es preciso muchas veces cortar la cuerda del arpón, dejando escapar la presa, para evitar una desgracia. No es tampoco raro que un latigazo de la cola del animal reduzca un bote á astillas, ó que éste sea echado á pique por el monstruo, ó levantado en alto con toda la tripulación (fig. 358). En fin, con la des-

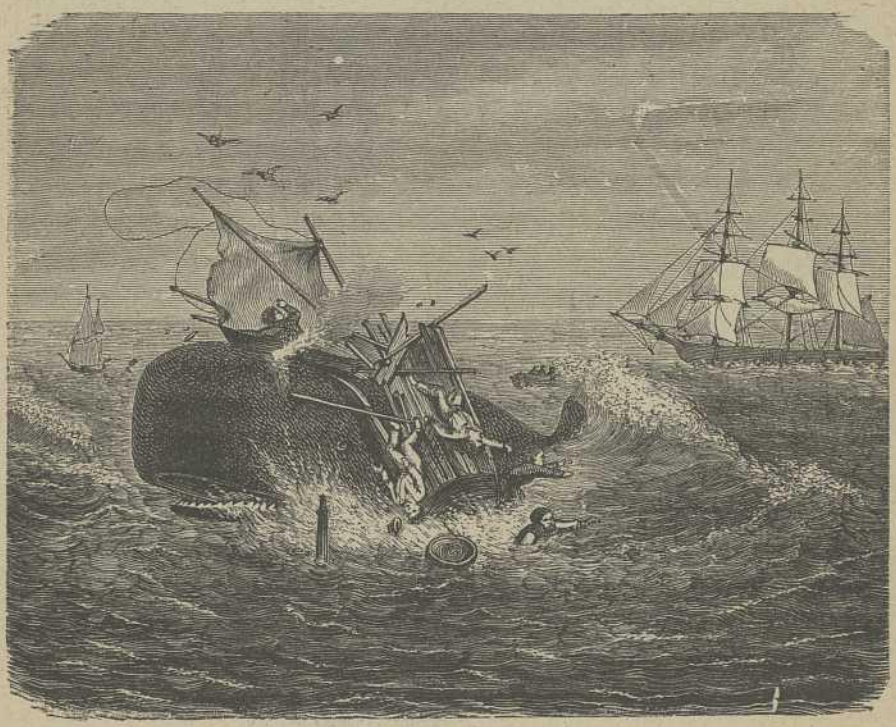


FIG. 358.—Bote echado á pique por un cachalote.

cripción de semejantes incidentes, de carácter, ora terrible, ora en extremo cómico, y de los demás peligros y aventuras propios de la lucha con estos monstruos marinos, se podrían llenar tomos enteros.

Muerto el cetáceo (ballena ó cachalote), se dirige el buque hacia él, ó cuando esto no es posible, los botes toman el cadáver á remolque, conduciéndolo hacia aquél, operación muy fatigosa, dado el peso de cuerpo tan enorme. Sujeto éste al lado del buque, mediante una fuerte cadena que se ata á raíz de la cola, y formándose seguidamente un andamio suspendido, la tripulación procede á cortar la piel con la grasa mediante grandes espátulas trinchantes, dividiéndola en anchas tiras en el sentido de la circunferencia del animal; estas tiras se separan entonces consecutivamente del cadáver, arrancándolas mediante un polipasto fijo á uno de los palos del buque, y cuya cuerda se arrolla sobre un torno ó

cabrestante, y se bajan al espacio entre cubiertas. La operación de quitar toda la grasa de una ballena grande se efectúa, en circunstancias favorables, en seis horas. Tratándose de este animal, se separa luego con el hacha la mandíbula superior, y se iza sobre cubierta (fig. 359), donde se separan las placas ya referidas, para después limpiarlas y sacar las ballenas de la industria. Del cachalote se separa primero la mandíbula inferior, para obtener los dientes, que se utilizan como marfil, y luego se iza sobre cubierta la parte superior de la enor-

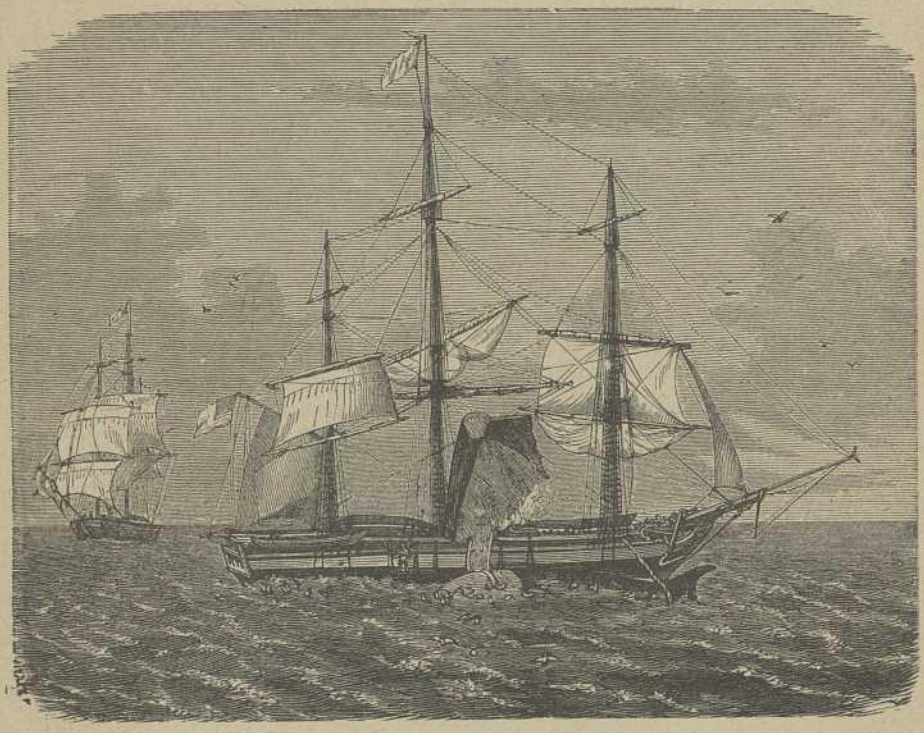


FIG. 359.—Separación de la mandíbula superior de una ballena.

me cabeza, dividida en dos trozos, á fin de quitar la grasa y sacar la cetina.

Las tiras de grasa ya referidas se cortan á mano en pedazos más pequeños, que pasan luego por una máquina, que completa su división más menuda, y caen entonces en las calderas en que se derriten, las cuales se hallan montadas delante del palo mayor del buque, sobre un hogar hecho de ladrillo y debajo del que se hace circular agua durante la operación, á fin de que la cubierta no sufra los efectos del calor; generalmente se hallan funcionando dos calderas, que son de hierro fundida y de forma semiesférica. La grasa derretida, ó el aceite, como suele llamarse, pues permanece líquida á la temperatura ordinaria, se enfría en aparatos de cobre, trasladándose entonces á barriles de madera, que se desembarcan en el puerto más inmediato. Los residuos de la grasa

se utilizan en el hogar de las calderas, pues constituyen un excelente combustible; de sus cenizas se extrae también una buena lejía, con la que se lava el buque, manchado de grasa durante dicha operación. Algunos balleneros no derriten la grasa á bordo, sino que la conservan en grandes depósitos para entregarla á las fábricas en los puertos; pero, por varias razones, es preferible derretirla á bordo lo más pronto posible.

Los pueblos de las regiones más septentrionales, que, respecto de su alimentación, dependen principalmente del mar, han practicado la pesca de los cetáceos desde los tiempos más remotos. Más adelante ejercieron esta industria los vascos y los normandos, alcanzando en escuela tan ruda la fama de intrépidos navegantes; los normandos, ó mejor dicho *normannos*, llegaban ya en el siglo IX hasta Islandia, pasaron poco después á Groenlandia, y descubrieron partes de la costa americana allá por el siglo X. En el curso de los siglos posteriores otras varias naciones tomaron parte en la pesca mayor, si vale la expresión, pues á principios del XVII ya la practicaban en grande los holandeses, ingleses, franceses, las ciudades anseáticas y los daneses, en la parte septentrional del Atlántico y las regiones limítrofes del mar Glacial. En esas expediciones la antigua envidia y los rencores nacionales dieron con frecuencia lugar á encuentros sangrientos, librándose verdaderos combates navales para la posesión de las pesqueras más abundantes y los mejores sitios de refugio para los barcos. Los beneficios de la pesca rayaban entonces en lo fabuloso. Los holandeses sacaban el mayor provecho, pero no tardaron las colonias americanas, precursoras de la Unión actual, en tomar la delantera, imprimiendo á la industria un desarrollo extraordinario. Buscando nuevos lugares, no tardaron los balleneros en frecuentar la parte meridional del Atlántico, y á fines del siglo XVIII penetraron en el Pacífico; también pasaron al océano Índico y á los mares de China, y, por último, en 1848, un capitán americano descubrió las pesqueras del estrecho de Bering y del mar Glacial asiático. Así se llevó el arpón de un mar á otro, promoviendo la prosperidad y la fuerza naval de muchas naciones; pues además del valor de los productos de la pesca del cetáceo, era ésta una escuela en la que se formaban marineros intrépidos y experimentados, de los que se aprovechaban, no sólo las marinas mercantes, sino también las de guerra; y algunos Gobiernos prestaban tanta importancia á esta última circunstancia, que solían premiar á los que alistaban balleneros, á fin de fomentar el espíritu emprendedor.

En estos tiempos del gas, del petróleo y de la electricidad, es difícil representarse con la imaginación la grandísima importancia que tuvo otras veces la pesca de la ballena. Los alemanes, por ejemplo, se ocupan muy poco de ella en la actualidad; pero hubo una época en que las antiguas ciudades anseáticas de Bremen y Hamburgo enviaban anualmente á las pesqueras septentrionales 50 á 60 buques, que cogían á veces de 300 á 400 ballenas. En el estrecho de Davis

existe una bahía que lleva el nombre de Hamburgo, desde los tiempos en que la flotilla ballenera de esta ciudad rivalizaba con las inglesas y escocesas juntas; y cuantos recorren hoy los pueblos de las riberas del Weser, desde su desembocadura hasta Bremen, tropiezan á cada paso, en los caminos y prados, con innumerables mandíbulas inferiores de ballena, que los pescadores de antaño se trajeron á su patria en recuerdo de sus hazañas, como lo hacen hoy nuestros cazadores con las astas del venado ó las plumas de las aves que matan. Dichos huesos enormes no podían, es claro, fijarse como adorno en las paredes de las habitaciones, y por esto se encuentran, ora hincados aisladamente en medio del campo, ora colocados á la entrada de un pueblo, formando como una especie de arco triunfal, mientras que muchos de ellos se han aprovechado después, aserrándolos, y colocando los trozos en los caminos como guardacantones. En esos pueblos suelen encontrarse todavía hombres que, siguiendo el ejemplo de sus antepasados, pasan la mitad del año en los mares polares, empleados en la pesca de la ballena ó la caza de la foca, volviendo á sus hogares y dedicándose á otras faenas durante el otoño y el invierno.

CAZA DE LA FOCA Y DE LA MORSA

Además de los cetáceos de que acabamos de ocuparnos, son objeto de una caza especial, para obtener sus pieles y grasa, ciertos animales del orden de los pinnípedos, que persiguen, tanto los europeos como los groenlandeses, esquimales y habitantes de la costa del Labrador. Dichos animales son mamíferos marinos, con cuatro extremidades cortas y dispuestas en forma de aletas; frecuentan las playas y rocas próximas al mar, y se hallan en casi todos los mares del globo, pero principalmente en las costas de las zonas frías, y, en general, su número y tamaño disminuyen cuanto más próximos á las regiones tropicales. Son propios del hemisferio boreal la foca común *(Phoca vitulina)*, la foca gris *(Ph. Gryphus)*, la foca de Groenlandia *(Ph. Groenlandica)*, el poderoso oso de mar *(Callirhinus ursinus)* y la morsa *(Trichechus rosmarus)*; mientras que en el hemisferio austral se encuentra el elefante marino *(Cystophora proboscidea)*, la foca de montera *(Cystophora cristata)*, el león marino ó foca orejuda *(Otarida Jubata)* y otras especies menos comunes.

No es ninguna exageración decir que hay pueblos enteros cuyo sustento depende exclusivamente del mar, pues la foca es para groenlandeses y esquimales lo que para nosotros el pan diario. Los cazadores europeos de la foca, alemanes, escandinavos, escoceses y rusos, frecuentan principalmente Terranova, los mares entre Groenlandia y Spitzbergen, los alrededores de la Patagonia y el estrecho de Magallanes. También visitan los europeos con el mismo objeto las

islas antárticas, como la Georgia del Sur y los archipiélagos de Crozet y Falkland, donde abundan las focas.

Aunque no carece por completo de peligro, la caza de la foca es la faena más fácil del género ; rara vez hacen los cazadores uso de la escopeta, sino que, como la disposición de los extremidades del animal le hacen tan apto para la natación como torpe para andar por tierra, suelen sorprenderle descansando sobre rocas ó hielos, matándolo sin dificultad á golpes de pesadas mazas (fig. 360), quitándole luego la piel y la grasa. Semejante facilidad, unida á la ciega y desmesurada avidez del hombre por las ganancias, han dado por



FIG. 360.—Caza de la foca.

consecuencia que el producto de esta caza disminuye casi de año en año; hace algunos decenios que se mataban á veces en la costa del Labrador y cerca de Terranova hasta 800.000 focas al año, mientras que actualmente, y en las circunstancias más favorables, no se cogen más de 20.000 á 30.000. En 1879 se desembarcó el producto de 95.935 focas en Peterhead y Dundee, que son los principales puertos escoceses de donde salen los barcos destinados á la caza de que hablamos; en 1874, los noruegos, en número de 1.285 con 29 buques (entre ellos doce vapores), cogieron 65.500 focas, por valor de 1.150.000 pesetas.

Dada esta persecución continua é irracional, es de temer la extinción completa de animales tan útiles como los cetáceos y las focas; tanto más, cuanto que ya es un hecho respecto de algunas especies, particularmente la llamada vaca de mar *(Rhytina Stelleri)*. Este animal, que pertenece al grupo de los cetáceos herbívoros, se descubrió á mediados del siglo pasado por el médico ruso Steller, en las islas del mar de Bering, donde frecuentaba las rías en grandes hatos, alimentándose de las algas marinas, que allí crecen en masas enormes.

Poco después de descubrirse dicho animal fué objeto de una caza tan activa, que al cabo de veinte años ya no se podía encontrar un solo ejemplar para los estudios científicos, y desde entonces á duras penas se ha logrado reconstruir un esqueleto completo del mismo, con los diferentes huesos que han logrado desenterrar Nordenskiold y otros naturalistas.

Este caso demuestra elocuentemente cuán necesario es adoptar medidas protectoras legales para evitar la extinción de las focas, medidas que ya se han tomado por algunas naciones. Véase si no el relato sucinto del doctor Lindemán acerca de la caza verificada en 1868 por la tripulación del buque *Hudson*, que hizo vela desde Bremen para las aguas de Groenlandia, en 21 de Febrero de dicho año, llegando á la costa de las focas en Abril. Los animales se hallaban congregados al Oeste y al Norte de Jan Mayen, á los 72° de latitud Norte y 2° de longitud Este; el día 11, á las tres de la tarde, empezó la matanza; á las once de la noche se habían llevado ya á bordo 901 focas jóvenes, y á las ocho de la tarde del día 12, es decir, al cabo de veintinueve horas, la tripulación de un solo barco había matado y recogido 2.171 focas.

El territorio de la caza de la foca, si es que tal nombre cuadra á una matanza al por mayor de animales indefensos, es sumamente extenso, pues la costa de la Foca, que en realidad no es tal costa, sino que consiste en mar y llanos de hielo, comprende de 45.000 á 60.000 kilómetros cuadrados. En estas regiones se encuentran dichos animales en hatos enormes, que, según la relación de Yeaman, tienen con frecuencia de 30 á 50 kilómetros de ancho; los ingleses llaman á semejantes hatos «prados de foca». Al descubrirse con el anteojo desde el buque, resuena la orden de prepararse, y la tripulación, vestida con trajes de lienzo, cada hombre con un cuchillo en el cinturón y armado además de una pesada maza y provisto de una cuerda, se echa en los botes, que se dirigen acto continuo á los campos de hielo. Aquí empieza la matanza, que se verifica sencillamente rompiendo con la maza el cráneo de los animales, después de lo cual se les quita el pellejo con la capa de grasa á él adherida, dejando los cadáveres sobre el hielo para pasto de las aves y los osos blancos; las pieles se atan con las cuerdas y se arrastran hacia los botes. De este modo la tripulación de un buque de 350 toneladas puede matar y despellejar en un día de 500 á 600 focas. La separación de la grasa de la piel se efectúa á bordo, y es una operación que requiere cierta destreza, á fin de no dañar las pieles, las cuales se conservan salándolas. La caza termina hacia fines de Abril. El valor de una foca joven varía entre 10 y 12 pesetas, mientras que una vieja vale doble. La piel de la foca común se empleaba antes principalmente en la fabricación de mochilas y maletas; pero en la actualidad se aprovecha también en la de zapatos, y, según se nos asegura, en la de guantes y otras prendas de vestir. En cuanto á la grasa, se convierte en aceite derritiéndola, calculándose que diez focas jóvenes dan unos 1.000 kilogramos de este producto.

Merece párrafo aparte la especie de foca llamada oso de mar *(Callirhinus ursinus)*, cuya piel, después de chamuscados los largos pelos grises, se aprecia mucho para hacer abrigos, que en Inglaterra llevan con predilección las señoras. Dicho animal no vive más que en la parte más septentrional del Pacífico, y visita la tierra tan sólo en el verano, principalmente las islas Pribiloff y Commander, y algunas peñas del mar de Ochotsk. En Mayo ó Junio aparecen primero los grandes machos, que tienen de tres á cuatro metros de largo, y pelean entre sí hasta que cada uno se ha conquistado un espacio libre de unos 20 ó 30 metros cuadrados; entonces se presentan las hembras, que parecen enanas al lado de los machos, y de las que cada diez ó quince se ponen bajo la protección de uno de éstos, con el fin de parir y amamantar su cría con seguridad; esto termina en el mes de Octubre, y entonces todos los animales vuelven al agua. Lo más extraño del caso es que, durante todo este tiempo, tanto los machos como las hembras se abstienen de comer. El capitán Bryant, al visitar las islas de San Pablo, calculó el número de los osos de mar que allí vió en millón y medio, y esta noticia la confirmó Nordenskiold durante su viaje en el *Vega*. La caza del oso de mar constituye actualmente el privilegio exclusivo de una Sociedad norteamericana que, en años favorables, paga en cambio al Gobierno, por el derecho é impuestos anejos, la friolera de 1.750.000 pesetas; la ley prohibe matar las hembras, y de los machos sólo pueden matarse los jóvenes; al principio se cogían 100.000 de éstos al año; pero en vista de una disminución desproporcionada en el número de los supervivientes, se ha tenido que limitar la matanza. Según Lomer, se entregan hoy anualmente al comercio 55.000 pieles de dicho animal, valiendo la pieza, con arreglo á su tamaño y estado de conservación, de 22 á 75 pesetas.

La piel más estimada que obtiene el hombre del mar es la de la llamada nutria marina *(Enhydris marina)*, un animal muy parecido á la nutria común, y que se encuentra en algunas islas de los grupos Aleuta y Schumagin. En la segunda mitad del siglo pasado abundaba tanto dicho animal, que sólo valía de 18 á 23 pesetas; pero en la actualidad apenas se entregan anualmente al comercio 1.500 pieles, cada una de las cuales se paga, por término medio, 375 pesetas, subiendo el precio hasta 1.800 cuando la piel es blanca y limpia.

La caza de la morsa *(Trichechus rosmarus)* no es menos importante que la de la foca común; en el año 1788, por ejemplo, se desembarcaron en Inglaterra 2.800 toneladas de aceite de morsa, por valor de más de un millón de pesetas, y en 1800 más de 6.000 toneladas, que valían entonces cerca de cuatro millones; desde 1819 se ha mantenido próximamente esta producción á la misma altura, si bien algunas regiones donde antes abundaba el animal han tenido que abandonarse por improductivas. Los capitanes más concienzudos tienen también reparo en matar demasiadas morsas, porque constituyen uno de los principales medios de existencia de los groenlandeses. La morsa tiene un tamaño

respetable, puesto que alcanza un largo de seis á siete metros y un peso de 700 á 1.000 kilogramos; se distingue de las focas propiamente dichas, ante todo por sus dos colmillos superiores, que, dirigidos hacia abajo, constituyen poderosas defensas de 25 á 50 centímetros de largo, que se aprecian como marfil. La caza de este animal no está exenta de peligro; las morsas se encuentran, generalmente, reunidas en hatos, y al atacar á una acuden las demás en su defensa; en tales casos suelen rodear la lancha desde la que partió el ataque, taladrando sus maderas con sus colmillos y elevándose sobre sus bordes, de modo que la tripulación se ve en peligro de ser sumergida. El 3 de Julio de 1861 encontró el doctor Hayes sobre los hielos, cerca de Port-Foulke, á los 78° de latitud Norte, un hato de morsas compuesto de miles de individuos; rodeado por algunos en su bote, tuvieron que sostener él y sus compañeros una lucha encarnizada para salir de paso tan desagradable. Los noruegos cazan la morsa principalmente en la costa oriental de Spitzbergen; en 1869 sus 23 barcos se trajeron aceite, pieles y colmillos por valor de 250.000 pesetas.

En las regiones boreales de que tratamos, y además de los animales referidos, se caza el oso blanco *(Ursus Thalassarctos maritimus)* para obtener su piel y su grasa, y se pesca con el anzuelo el llamado tiburón del hielo *(Scymnus borealis)*, que alcanza una longitud de tres á cinco metros, y que sólo se estima por su hígado, que produce un aceite combustible excelente. Esta pesca rinde anualmente á los noruegos de 180.000 á 250.000 pesetas.

PESCA DE CRUSTÁCEOS, JIBIA, CALAMAR, TORTUGAS DE MAR, ETC.

Entre los numerosos organismos marinos que son objeto de una pesca muy activa en muchas regiones del globo, debemos mencionar varios crustáceos del orden de podoftalmos, como la langosta de mar *(Palinurus vulgaris)*, el bogavante *(Homarus grammarus)* y otra especie del Norte *(H. vulgaris*, en francés *hommard)*, los langostinos *(Penæus)*, las llamadas esquilas, quisquillas y camarones *(Palæmon)* y varias especies de cangrejos ó arañas de mar, como la *Maja squinado*, el *Carcinus mænas*, el *Portunus puber* y el *Platycarcinus pagurus*.

La pesca de semejantes crustáceos constituye una ocupación constante de las clases pobres en muchos puntos de las costas de Inglaterra y Escocia, á cuyas playas acuden hombres, mujeres y niños durante la baja mar, provistos de largos ganchos, con los que remueven las algas y las piedras bajo las que se esconden dichos animales. Los pescadores propiamente dichos de langostas de mar y del *Homarus vulgaris* de aquellas aguas, emplean al efecto botes espaciosos (figura 361), provistos cada uno de veinte á cien *nasas*, esto es, cestos de mimbres de forma más ó menos cónica, con una abertura, como se ve en nuestro grabado. En estas nasas se echan algunos pedazos de carne de pescado, á guisa de

cebo, y una piedra para facilitar su sumersión, y se bajan sobre las rocas del fondo ó dejan flotar á cierta profundidad bajo la superficie; las langostas entran en ellas, atraídas por el cebo, y las puntas de mimbres vueltas hacia dentro, que rodean la abertura, les impiden la salida. En cada reflujo del mar los pescadores examinan las nasas y sacan las langostas cogidas. De este modo se cogen anualmente en las aguas escocesas homaros por valor de siete y medio millones de pesetas. Los animales mayores de esta especie *(Homarus vulgaris)* se pescan en la costa de Noruega, y sólo de Londres y Amsterdam acuden á ella 40 ó 50



Fig. 361.—Pesca del bogavante ú homaro.

barcos, construídos exprofeso con fondo doble, de manera á formar un depósito en el que circula el agua del mar; de esta manera puede transportar cada barco de 1.000 á 1.200 homaros vivos. En dicha costa se cogen cada año próximamente un millón de estos crustáceos, por valor de 370.000 á 500.000 pesetas; además se pescan en los alrededores de la isla de Helgoland de 20.000 á 30.000 anuales. En cuanto á la pesca de la langosta en nuestras aguas, según datos que tenemos á la vista, se cogieron con redes en la provincia marítima de Ribadeo, en los meses de Abril á Julio de 1885, 45.643 langostas. Los langostinos y las esquilas se pescan también en grandes cantidades en diferentes costas europeeas, ora por medio de nasas, ora mediante redes de mano, como indica la fig. 362; en la costa alemana del mar del Norte se cogen esquilas con las nasas en cantidad tan enorme, que varias fábricas se dedican á convertir los grandes sobrantes en una especie de guano para los campos. Por último, la

pesca de cangrejos de mar, especialmente del *Carcinus mænas* y el *Platycarcinus Pagurus*, que alcanza 30 centímetros de ancho con un peso de 2,5 kilogramos, se practica en grande escala con pequeñas redes desde lanchas, sobre todo en las aguas belgas y en el Adriático; sólo en las lagunas de Venecia se cogen anualmente cangrejos por valor de dos y medio millones de pesetas.

En las costas del Mediterráneo, en el Pacífico, cerca de San Francisco de California, en las Indias orientales, el Japón y en China, se pescan en grandes



FIG. 362.—Pesca de langostinos y esquilas.

cantidades diferentes especies de jibia *(Sepia)* y calamar *(Loligo)*, empleándose al efecto anzuelos de construcción especial. En la costa de Tscheu-schan (China) se hallan ocupadas en dicha pesca nada menos que 80.000 personas, y la exportación de los animales en conserva importa al año unos dos y medio millones de pesetas. Por último, mencionaremos la *Holothuria edulis*, que tanto se pesca en las aguas malayas y de Australia, y que, con otras especies de equinodermos holoturioideos, debidamente conservados, constituye en el Oriente un importante artículo de comercio, conocido con el nombre de *trepang*, manjar que nunca debe faltar en las comidas de convite de los chinos: el centro de dicho comercio es Macassar, en la isla de Célebes.

Todavía reclaman nuestra atención los reptiles singulares llamados tortugas de mar, ó quelónidos, muy parecidos á los testudínidos, ó tortugas terres-

tres, y á los galápagos, y que se pescan, unos, como el carey *(Chelonia imbricata* (fig. 363) y *Ch. Thalassochelys)*, cuyo caparazón se utiliza en la industria bajo el nombre de *concha*, y otros, como la *Chelonia Midas* ó tortuga gigante, en vista de lo sabroso de su carne y huevos. Son animales propios, en su mayor parte, de las zonas cálidas, siendo las aguas del Sonda el campo principal de la pesca del carey, y Singapore, en la península de Malaca, el gran centro del comercio de la *concha*, que vale hasta 160 pesetas el kilogramo. El caparazón se separa del animal vivo exponiendo éste al calor de una gran lumbre; después

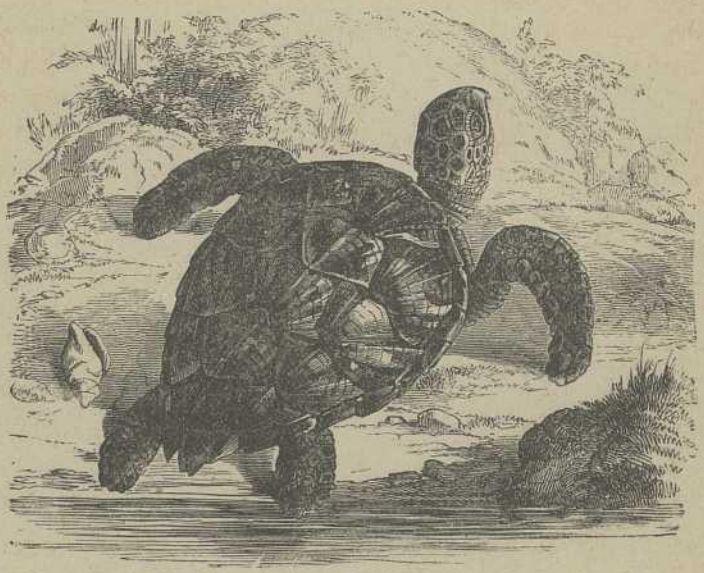


FIG. 363.—El carey.

de operación tan cruel suelen los pescadores echar el animal al agua, porque creen que se forma seguidamente otro caparazón. Los huevos y la carne de la tortuga gigante, que alcanza hasta dos metros de largo y un peso de 500 kilogramos, constituyen artículos de comercio importantes en casi todas las costas tropicales, y desde la Jamaica se envían á Inglaterra numerosos ejemplares vivos de dicho animal, porque los gastrónomos ingleses estiman mucho la sopa tan rica que se hace con su carne fresca.

CAZA DE AVES MARINAS

Las aves que viven sobre el mar y en sus orillas proporcionan al pescador y al navegante una presa no despreciable, tanto en razón de sus plumas, como de su carne y grasa; y aunque por su naturaleza no se pueden incluir entre los productos del mar, propiamente dichos, se hallan en general tan ligados á

él y su caza se relaciona tan íntimamente con la pesca y la navegación marítimas, que nos parece lo más oportuno ocuparnos de ellas en este sitio.

El pato de flojel *(Somateria mollissima)* goza desde hace mucho tiempo de fama en vista de su precioso flojel ó plumón; los peligros á que se exponen á veces los cazadores para arribar á los sitios donde anida dicha ave, han sido descritos repetidamente. Estos patos marinos habitan la mayoría de los países más septentrionales y cubren con sus nidos en los puntos abrigados las peñas costaneras del mar Glacial. Allí donde semejantes puntos de cría se encuentran sobre riscos de acceso más ó menos difícil, se juntan los cazadores para robar los nidos, hechos con musgo y revestidos interiormente con el plumón más fino. Llegan al sitio en una lancha, provistos de escalas, palos y cuerdas ligeras, pero muy resistentes, hechas con tiras de piel de foca entrelazadas; uno de los cazadores procura ganar lo alto del peñasco, llevando en la mano un extremo de una larga cuerda, que ata firmemente á una proyección de la roca; mientras tanto se dirige la lancha á otro risco próximo, donde repite dicha operación otro cazador, sujetando el otro extremo de la cuerda, de modo que ésta viene á formar como un puente suspendido entre ambos riscos. En esta cuerda tirante se fija entonces una garrucha, pasándola por otra cuerda doble, que baja hasta la superficie del mar y á la que se sujeta un cesto; en el que toma asiento desde la lancha, un tercer cazador, que es elevado por los demás hasta los puntos más inaccesibles del peñasco donde se halla algún nido; y después de despojado éste del plumón y los huevos, se hace la maniobra necesaria para llevar al intrépido cazador á otro punto, donde despoja nuevos nidos, y así sucesivamente. Después de robados los nidos la primera vez, vuelven los patos á parear, poniendo sus huevos en los mismos, revestidos nuevamente de plumón; los cazadores repiten la operación del despojo por segunda vez; pero á la tercera, es decir, hacia mediados del verano, cuando sólo queda el tiempo preciso para que salga la cría, respetan los nidos á fin de no perjudicar la caza.

El plumón procedente de un solo nido parece cosa de poca monta; pero la cantidad no es despreciable en modo alguno, pues el ave madre se arranca tanto plumón del pecho, que forma una capa espesa, en la que suele envolver completamente los huevos para conservarles el calor cuando, como tiene que hacer á menudo, se ve precisada á dejar el nido, del que de hecho se recogen unos 125 gramos de plumón limpio, que valen de 2,80 á 3 pesetas. Después del primer despojo se contenta la hembra con menos plumón, y si tiene que revestir su nido por tercera vez en la misma estación del año es el macho entonces el que da su plumón, que ya no es de color gris, sino blanco. En puntos donde los riscos se presentan aislados, de modo que no se puede tender entre dos de ellos la cuerda, como antes dijimos, la caza resulta aún más peligrosa, porque entonces el cazador que se encarga de despojar los nidos tiene que bajar desde lo alto del peñasco, suspendido en una cuerda sujeta á su cintura, y asida supe-

riormente por sus dos compañeros, que le traen y llevan de un punto á otro.

En algunas regiones es tan manso el pato de flojel, que se deja coger por el hombre y convertirse casi en animal doméstico, permaneciendo en la proximidad de los lugares habitados, ó dentro de los mismos, durante la época de la cría, poniendo sus huevos en los cestos ó cajas que se le preparan al efecto, volviendo después al mar, y dejando su plumón en pago de la hospitalidad por él disfrutada.

Para que el lector comprenda la importancia que en ciertos parajes tiene la caza de las aves marinas, referiremos que en Groenlandia, donde la población es sumamente escasa, los habitantes mataron en 1858 unos 30.000 patos de flojel y 70.000 alcas, y recogieron unos 200.000 huevos de ambas clases de aves. Con veinte ó treinta pieles de las mismas, se hace un groenlandés adulto un traje interior completo.



FIG. 364.—Nidos de la salangana.

En ninguna parte se practica la caza tan peligrosa que describimos más arriba, con tanta intrepidez y actividad como en el islote de Santa Kilda, al Oeste de las Hébridas, que sólo tiene unos 7,50 kilómetros de circunferencia, y cuyo extremo oriental está constituído por un lienzo de roca de 460 metros de elevación, cada uno de cuyos puntos salientes se aprovecha por las aves marinas para anidar. El ave más importante que allí se encuentra es la llamada buzo de las tempestades *(Puffinus anglorum)*, que forma bandas innumerables, y que al cogerse vomita un aceite claro, del color del ámbar, que emplean los habitantes, tanto en sus lámparas como en la curación de diversas enfermedades. Además se matan anualmente en el mismo punto más de 20.000 aves de la especie *Sula bassana*, sin hablar del sinnúmero de huevos que se recogen.

Casi tanta importancia tiene la caza del cisne silvestre, que anida en las regiones boreales, en Islandia, Laponia, Spitzbergen, etc. La carne del animal joven es muy sabrosa; las pieles, con sus plumas, ofrecen un material de abrigo muy estimado, mientras que su plumón constituye un importante artículo de comercio. Las gaviotas, los pelícanos y otras aves marinas proporcionan asi-

mismo plumas y huevos, siendo, por consiguiente, objeto de una persecución más ó menos activa; el llamado ganso de Bass, que anida en inmenso número en la isla (no habitada) de dicho nombre, en el golfo de Edinburgo (Escocia), es muy importante en este respecto, pues sus nidos, huevos y crías cubren materialmente la superficie de la isla, aprovechándose, además del plumón, los huevos y la carne, que se comen frescos ó en conserva. Las especies del género *Alca* tienen generalmente una carne excelente, razón por la cual son algunas objeto de una caza activa en las costas francesas é inglesas y en varias islas adyacentes.

Las aves referidas hasta aquí son casi todas habitantes de los mares del Norte; pero debemos hablar también de una meridional, cuya caza es menos interesante, por ser sumamente sencilla. Nos referimos al pájaro bobo *(Apteno-dytes)*, que frecuenta, en cuatro especies diferentes, las partes meridionales de los océanos Atlántico é Índico, entre América y la Nueva Zelandia, presentándose, para poner sus huevos, en las islas y los promontorios de la tierra firme. Las alas de este ave son poco menos que rudimentarias, colgantes é inútiles para el vuelo; pero en cambio el animal es un excelente nadador; sus extremidades abdominales son en extremo cortas y dispuestas de manera que el andar en tierra le es dificultoso; cuando descansa mantiene el cuerpo erguido y entonces parece como si estuviera sentado. Se estima más en especial la piel del pájaro bobo, que se halla densamente poblada de finas plumas y sirve de adorno y abrigo para el cuello. La caza no ofrece dificultad alguna, pues se reduce á sorprender las bandadas del ave en islas y costas, matándose fácilmente los pájaros con un palo.

Mencionaremos, por último, un pájaro cuyo nombre anda mucho en boca de los gastrónomos europeos, aunque rara vez llegan á probar el bocado verdadero. Tal es la salangana *(Collocalia)*, que es un ave muy parecida á la golondrina, que en vista de los sitios donde anida, puede contarse entre las aves marinas, y cuyos nidos se comen, constituyendo un manjar delicado en el Japón, China y la India, en cuyas costas se buscan con empeño, porque se pagan muy caros. La salangana anida en los huecos y hendeduras superficiales de los peñascos á orillas del mar (fig. 364), y por lo mismo es una faena bastante peligrosa la de coger sus nidos, que se buscan y recogen tres veces al año, cuando la cría es apta para el vuelo, y son de color claro, translúcidos, como gelatina endurecida, consistiendo en la saliva pegajosa y endurecida de la salangana; otra especie de este pájaro emplea también pedacitos de alga en la construcción de sus nidos, que por lo mismo son menos estimados que los anteriores, mientras que los de una tercera especie consisten principalmente en fibras de coco, y no son comestibles. Con semejantes nidos de golondrinas, como vulgarmente se dice, se preparan sopas y otros platos, cuya bondad depende del arte del cocinero, puesto que el nido de por sí tiene un sabor insulso.



PESCA DE AGUA DULCE

PISCICULTURA

Introducción.—*Pesca de agua dulce:* instrumentos y métodos.—Pesca del salmón y de la trucha.—Pesca del esturión.—La anguila y el aprovechamiento de las albuferas.—*Piscicultura.*—Su importancia.—Piscicultura natural.—Piscicultura artificial: su historia, aparatos, procedimientos y resultados.

Dada la extensión limitadísima de las aguas dulces, comparadas con la de los mares, y tratándose de la pesca en ellas, se hace sentir cada vez más la necesidad, no de preocuparse del mejoramiento de los métodos y medios de pesca, sino más bien de procurar que su disfrute se verifique regular y racionalmente; es decir, que los lagos, estanques, ríos y arroyos sean administrados de un modo análogo al de las tierras de pan llevar, los prados y las selvas, si se quiere aprovechar todo el producto que son capaces de dar. Prueban la exactitud de esta consideración los brillantes resultados de la cría racional de la carpa, tal como se viene practicando siglos hace en Alemania, y sólo se trata, por tanto, en esencia, de aplicar los preceptos seguidos en dicha cría, á la de otros peces útiles. El enorme poder productivo de unas aguas bien admi-

nistradas se deduce del hecho de que, según cálculos de Hensen, una hectárea de estanque de carpa produce anualmente en Prusia 76,5 kilogramos de carne de pescado, mientras que una hectárea de tierra de labor, reducidos al al peso de carne sus cereales y demás frutos, según una regla determinada, sólo puede producir un poco más, esto es, 83,5 kilogramos al año.

Reservando para más adelante la descripción de este género de cría, nos ocuparemos, en primer término, de la pesca de agua dulce en general. No nos es posible, dados los límites á que debemos circunscribirnos, entrar en pormenores acerca de todas las especies importantes de peces que son objeto de dicha pesca, ni referir todos los diferentes procedimientos que en la misma se siguen; nos concretaremos, pues, á las especies principales, hablando sólo en términos generales de esos procedimientos.

PESCA DE AGUA DULCE

El instrumento principal que se emplea en la pesca de agua dulce es el llamado sedal, compuesto de una varilla larga y flexible, ó de diversos trozos de caña ó madera á propósito, que se enchufan unos en otros por sus extremos, de modo á formar una varilla más ó menos larga; de un cordelito fino y largo, hecho de lino, seda ó crín, que se sujeta á la extremidad delgada de la varilla, y de un anzuelo que va atado en la extremidad libre del cordelito. Una caña ó varilla de pescar de una sola pieza, compuesta de varas, fijas sólidamente á continuación una de otra, es un utensilio incómodo en la mayoría de los casos, dada la longitud de seis á ocho metros que debe tener; por esta razón se emplean generalmente varillas compuestas de tres á cinco piezas sueltas (figura 365, *g*, *h*, *i*, *k*, *l*), provistas en sus extremos de cajas y espigas de metal, mediante las cuales pueden enchufarse una en otra en el momento de empezar la pesca, desarmándose la caña y guardando sus piezas en una funda de lona para su más cómodo transporte. En Inglaterra y los Estados Unidos es tal la afición á este género de pesca, que la construcción de semejantes cañas portátiles y demás utensilios necesarios es objeto desde hace tiempo de una fabricación ó industria especial, de cuyo desarrollo y perfeccionamiento no podemos formarnos en España una idea, siquiera aproximada. También en la China y el Japón se fabrican excelentes cañas de pescar. Según las diferentes especies de peces, sus hábitos, peso, etc., se construyen y emplean cañas de longitud, peso y flexibilidad diversos, combinándose al efecto maderas diferentes, á fin de que tengan las condiciones apetecidas en cada caso. No menos esmerada es la fabricación de los cordelitos, cuya fuerza varía también según el tamaño ó peso del pez que se trata de coger. Antes se contentaba el pescador con atar el cordelito al extremo delgado de su caña, dejándola del largo que estimaba conveniente, y que sólo podía variar desatándola y volviéndola á atar; pero este procedimiento mo-

lesto ha caído en desuso en los países del Norte, arrollándose hoy el cordelito en una pequeña bobina de latón, provista de una manivela (fig. 365, *s*), que se sujeta en un instante al mango ó la caña *g* (como se ve en las dos cañas armadas á derecha é izquierda de nuestro grabado); de este modo, y al tiempo de usarse, se desarrolla la cuerda en la cantidad necesaria, pasando por unos ojales de metal fijos de trecho en trecho á lo largo de la caña y en el extremo delgado de la misma, y está en la mano del pescador, en cualquier momento, acortar ó alargar el cordelito según mejor convenga.

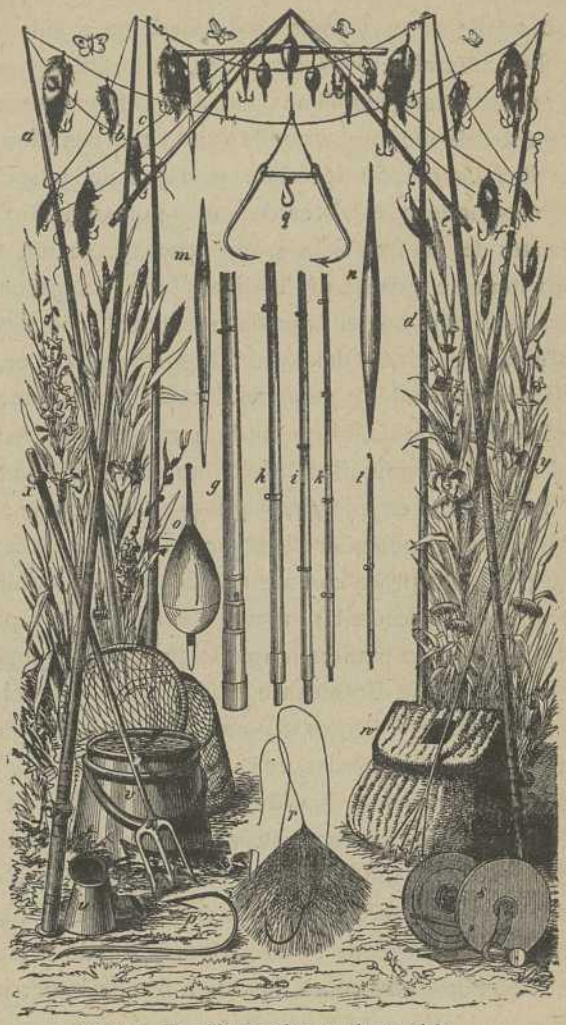


FIG. 365.—Utensilios para la pesca de agua dulce.

El anzuelo es un ganchito de acero, cuyo tamaño y forma varían según la pesca á que se destina; la extremidad libre, en la que se fija el cebo, es muy aguda y tiene la forma de punta de flecha (figura 365 *p*); es decir, que está provista de dos púas laterales dirigidas hacia atrás, y merced á las cuales los esfuerzos que hace el pez para desprenderse sólo sirven para que el anzuelo se fije más sólidamente en sus carnes ó branquias. El otro extremo del anzuelo es plano, y por él se ata al cordelito, no directamente, sino por medio de una cuerdecita de tripa muy fina y de medio metro de largo, cuya transparencia aumenta la ilusión del pez, haciendo que no repare en el cordelito del sedal. Se emplean diferentes clases de anzuelos, mayores ó menores, de uno, dos ó más ganchos (fig. 365 *a*, *b*, *c*), con arreglo á la especie de pez que se trata de coger, y siendo éste de gran tamaño suele usarse el anzuelo de Newton (figura 365, *q*), que se compone de tres ganchos articulados de manera que, mientras el del medio, que lleva el cebo, lo coge el pez en la boca, los otros dos se hunden lateral y exteriormente en su cuerpo, sujetándolo más seguramente. La fa-

bricación de dichos anzuelos constituye en Inglaterra un ramo no despreciable de la industria, como se comprende sabiendo que sólo en Sheffield se lanzan al mercado anualmente más de 200 millones de ellos. Los de Estiria (Austria) son también muy renombrados.

La pesca con anzuelo se practica de dos maneras principales distintas, según que los peces objeto de ella frecuenten aguas relativamente profundas y tranquilas, ó las más someras de corriente rápida. En el primer caso, se requieren cebos naturales, vivos ó muertos, en forma de pececillos que sus congéneres mayores se tragan con el anzuelo, ó de diferentes gusanos que se fijan con cuidado en éste, de modo que quede oculto por completo; ó bien dichos cebos se imitan artificialmente, fabricándose, por ejemplo, pececillos de estaño, pintados como corresponde y provistos de varias puntas de anzuelo que asoman en diferentes partes del cuerpo. Semejantes cebos, ya sean naturales ó artificiales, tienen que mantenerse á cierta profundidad bajo la superficie del agua, y para ello, como también para que el pescador reconozca más fácilmente cuándo pica el pez, se ajusta al cordelito del sedal á la distancia del anzuelo correspondiente á aquella profundidad, un pequeño flotador hecho con un cañuto de pluma fijo á través de un corcho, al que se da, por lo general, la forma de una pera (fig. 365, *o*), el cual flota tranquilamente sobre el agua mientras los peces no pican; pero en el instante en que pica alguno, el flotador se agita ó desaparece bajo el agua, indicando al pescador el momento oportuno para tirar del cordelito y asegurar su presa. La pesca con anzuelo de los peces salmónidos, como el salmón y la trucha, que frecuentan aguas de corriente rápida, relativamente someras, se verifica de una manera muy distinta y que supone mucha experiencia y destreza en el pescador. Empléanse en ella cañas que deben reunir las debidas condiciones de solidez y ligereza, y como cebo moscas de diversas especies ó insectos análogos, ora naturales, ora artificiales (fig. 365 *r*), que, al contrario de los cebos antes mencionados, han de mantenerse á flor de agua. En este caso está demás el flotador de corcho, consistiendo la faena del pescador en lanzar sobre las aguas el cebo unido al anzuelo, de modo que caiga suavemente en el punto donde es probable que se encuentre algún pez; en semejante operación se maneja la caña á modo de un látigo, lanzando primero el anzuelo, manteniéndolo algunos instantes como flotante á flor de la corriente, y, si no pica el pez, repitiendo el latigazo, digámoslo así, en el mismo ó en diferentes puntos, hasta obtener el resultado apetecido. Mucho depende, como el lector comprenderá, del arte del pescador, pues no sólo tiene que emplear diferentes especies de moscas artificiales en un mismo día y sitio, según el viento que corre y el estado del tiempo, sino que ha de valerse de varios ardides para engañar mejor al pez en el modo de lanzar el cebo, el cual no debe perder de vista, á fin de observar cuándo el pez asoma la cabeza para coger la mosca, y tirar en el instante oportuno para engancharlo.

Completan el aparato del pescador de caña varios utensilios secundarios, que se hallan reproducidos en la fig. 365, como una redecilla de mano con mango de madera, de metro y medio de largo, que facilita á veces la cogida de los peces al tiempo de sacarse del agua con el sedal; ligeros tridentes de acero, *x*, *v*, muy útiles para asegurar, en idéntico caso, los peces mayores, cuyo peso fuera del agua pudiera dar lugar á que se rompiera el cordelito; una cajita de hoja de lata, *u*, para guardar gusanos ó insectos naturales que sirven de cebo; una cartera ó estuche con insectos artificiales, que, dicho sea de paso, siempre se venden unidos al anzuelo correspondiente y pueden servir repetidas veces; y, por último, un cubo con agua, *v*, para tener vivos los peces cogidos ó una cesta de forma especial, *w*, en la que se guardan después de muertos.

Otra manera de pescar con el anzuelo en aguas dulces es parecida al procedimiento que se sigue en el mar; pues, prescindiendo de la caña, el pescador se embarca en una lancha, y después de sujetar al borde de ella varios cordelitos con sus correspondientes anzuelos cebados, que deja sumergirse hasta la profundidad necesaria, hace andar lentamente el bote remando, parando y sacándolos á la superficie cuando observa el tirón que indica la cogida de algún pez. En algunos casos se practica este modo de pescar desde la orilla de un río ó lago, atando los cordelitos á arbustos, palos fijos ú otros objetos á propósito.

En la pesca de agua dulce se emplean también en ocasiones redes de varias clases, es decir, de construcción ó formas diversas, desde la red sencilla flotante, en cuyas mallas, relativamente anchas, quedan cogidos los peces por sus branquias al intentar atravesarlas, hasta la llamada balanza, pandilla ó velo, que constituye como una bolsa grande, mantenida abierta y suspendida á una pértiga mediante dos arcos cruzados de madera, y el garlito, el cual no es otra cosa que una red cónica ó embudiforme, de un metro á metro y medio de largo, mantenida abierta de trecho en trecho por pequeños aros de mimbre, y al interior de la que se adapta otra redecilla, también en forma de embudo, que termina con una aberturita, disposición que permite á los peces introducirse fácilmente en el garlito, pero que impide su salida. Además de estas redes y otras muchas, en cuya descripción no podemos entrar, se emplean nasas de mimbre, de construcción análoga á las anteriormente descritas al hablar de la pesca de mar, y que, debidamente cebadas, se bajan y mantienen en el fondo de las corrientes por medio de piedras más ó menos pesadas.

Pasando de Europa á regiones ó países menos civilizados del globo, encontramos en práctica otros modos para la pesca de agua dulce. Uno de ellos, que por cierto no recomendamos á nuestros lectores y de hecho se halla prohibido entre nosotros, consiste en narcotizar ó envenenar los peces. Los indígenas de Guinea, por ejemplo, cierran con piedras la entrada de pequeñas lagunas en las márgenes de los ríos, y en las que suelen refugiarse de noche los peces, y echan entonces en el agua el llamado *hai-arry*, que es una planta sumamente narcótica redu-

cida á polvo fino; al cabo de pocas horas empieza á obrar el veneno, viéndose los peces muertos flotando á la superficie; se recogen á mano y pueden comerse sin cuidado, pues semejante veneno no perjudica á la carne. También en la América meridional, especialmente en la región del Amazonas y el Orinoco, cuyas indígenas son ictiófagos puros, es decir, que se alimentan principalmente con pescado, se envenenan las aguas con el jugo de ciertas euforbiáceas y sapindáceas, echando sencillamente en ellas los tallos machacados de estas plantas. Ciertos indígenas del continente transatlántico emplean dardos ó flechas en la pesca de agua dulce, y tal es su destreza en semejante faena, que aciertan á matar los peces en medio de las cascadas y corrientes más agitadas. Aunque las prácticas siguientes no son propias de la pesca de agua dulce, diremos de paso que en China se utiliza el cuervo de mar (*Phalacrocorax carbo*), ave grande, del grupo de las pelicánidas, después de colocar un anillo en torno de su cuello, para evitar que se trague los peces que coge con el pico. Por último, refiérese que en algunas partes se emplea á veces un pez para pescar otros ó coger las tortugas de mar; es un animal singular, llamado *Echeneis Naucrates*, que se encuentra principalmente en los mares cálidos, alcanza hasta metro y medio de largo, y se distingue por un disco de placas móviles que cubre su cabeza, y mediante el cual puede adherirse tan fuertemente á diferentes objetos, que se hace difícil separarlo; para la pesca se le ata al cuello un cordoncillo largo, dejándolo entonces perseguir otro pez ó tortuga, y recogiendo la cuerda cuando se haya adherido á la presa.

Al tratar ahora con algún detenimiento de la pesca de algunas especies muy importantes, tendremos ocasión de ampliar las noticias anteriores relativas á procedimientos más ó menos originales.

PESCA DEL SALMÓN Y DE LA TRUCHA

El salmón propiamente dicho (*Salmo Salar*, figuras 366 y 367) es un pez marino que se encuentra en todos los mares del Norte, y que en el mes de Mayo, y con objeto de desovar, penetra á bandadas en los ríos, subiendo contra la corriente hasta una distancia considerable de la desembocadura, hasta donde las aguas son relativamente someras y el lecho se compone de grava, en cuya peregrinación no le detienen obstáculos como las esclusas y saltos naturales, que salva con una facilidad sorprendente. De este modo remonta el Rhin hasta Suiza, y el Elba hasta Bohemia; en nuestra Península sólo lo encontramos en los ríos de la región occidental y septentrional, no pasando del Miño, pues no hay noticia de haberlo visto jamás en las aguas del Guadiana ni del Guadalquivir, ni mucho menos en los ríos del Mediterráneo. Alcanza en el Norte un metro de largo, pesando generalmente 12 kilogramos, aunque llega á veces hasta 20, y

en casos excepcionales hasta 40; su carne, rojiza siempre, es sabrosa; pero su bondad depende de la localidad y del alimento, por lo que hay ríos cuyos salmones se aprecian más que los de otros.

En los países europeos en que se practica la pesca del salmón en grande escala, como Escocia, Noruega é Islandia, y también en el Rhin y grandes ríos del Norte de Alemania, se procura cortar la retirada á los salmones mediante encañizadas ó esclusas de construcción especial, tendidas á través de la corriente, cogiéndolo entonces con el anzuelo ó con redes. De este modo se cogen anualmente en el Tweed, uno de los principales ríos de Escocia, donde la pesca se verifica con gran actividad de día y de noche durante la estación legal, 200.000 salmones; semejante pesca en las aguas de algunos grandes terratenientes escoceses é ingleses produce rentas anuales de medio millón de pesetas ó más; el valor anual de la pesca del salmón en los ríos de la Gran Bretaña se eleva á unos 12 millones. También es muy importante dicha pesca en Escandinavia, pues veintisiete ríos de Suecia dan un producto anual de más de 850.000 pesetas, sin contar las pesqueras de Schonen y Blekinge, que producen unas 170.000.



FIG. 366.—Salmón en el primer año de su vida.

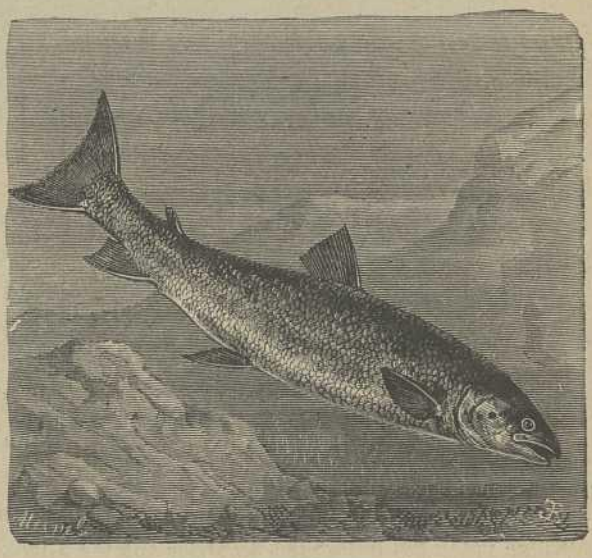


FIG 367.—Salmón adulto.

Pero donde el salmón se presenta en mayor abundancia es en los ríos de la América del Noroeste, particularmente en el Columbia ú Oregón y sus afluentes, uno de los cuales toma el nombre de dicho pez. Los indígenas de aquellas regio-

nes se alimentan casi exclusivamente de salmón, que saben coger de un modo muy ingenioso, como tuvo ocasión de observar el capitán Wilkes, junto al imponente salto ó cascada de Willamette, punto en el que se halla el salmón detenido en su peregrinación río arriba, y hace grandes esfuerzos para vencer el obstáculo, salvando el dique natural de roca por encima del cual se precipita una masa enorme de agua, lo que logran tan sólo los peces mayores y más robustos, ó sea acaso una décima parte del número total; los demás vuelven á caer, cansados, en la balsa al pie de la cascada, y entonces se ejercita la destreza de los indígenas en su pesca. Algunos tienden redes en



Fig 368.—La trucha.

medio del río, llevándolas de acá para allá y parando á los peces fugitivos; pero el procedimiento más original consiste en el empleo de largas varas flexibles, cuyo extremo grueso se fija en la orilla, mientras que el otro libre se baja sobre la balsa del salto y sus aguas agitadas y espumosas; ya dijimos que muchos peces, al intentar salvar la cascada, son arrastrados hacia atrás por falta de fuerzas, y cuando alguno cae sobre el extremo libre de dichas varas, éste se suelta y endereza de repente, de modo que el pez es lanzado al aire y cae sobre la orilla. Hay pescador que, de una ú otra manera, logra coger en una hora hasta veinte salmones grandes. Para coger los mayores y mejores que han logrado salvar el salto, se valen los indígenas de redes sujetas á largas varillas, que echan al agua desde sus canoas en la parte superior del río, teniendo cuidado de asegurar tan ligeras embarcaciones por medio de palos hincados entre las rocas, á fin de no verse arrastrados y precipitados en la cascada. Hace ya años que estas importantes aguas se han sometido á la legislación de aquellos Estados, y desde que se ha establecido la veda correspondiente y se practica la repoblación artificial, de que hablaremos luego, se cogen anualmente más de 300.000 salmones de un

peso medio de 10 kilogramos, habiéndose montado allí mismo grandes fábricas para la conservación de su carne, fresca ó salada, en latas herméticamente cerradas, de modo que hoy se puede comprar el salmón americano relativamente barato en muchas de nuestras tiendas de ultramarinos.

La trucha *(Salmo fario*, fig. 368), que es una de las 160 especies comprendidas en el grupo zoológico de los salmónidos, siendo propia del agua dulce, frecuenta más especialmente los arroyos del Centro y Norte de Europa; es también común en las aguas corrientes y claras de nuestra región pirenaica, y en algunas de la central, como el Tormes, en el que se cogen á veces truchas de

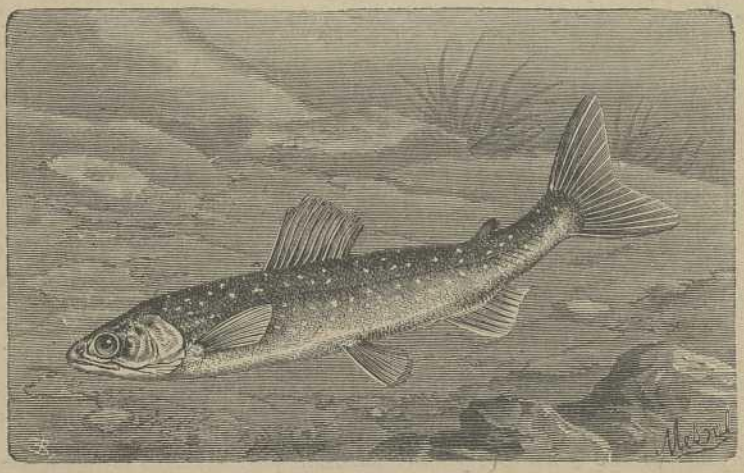


Fig 369.—Umbla caballar.

uno á cinco kilogramos de peso. La pesca de esta especie se practica generalmente con el sedal, empleándose anzuelos finos con moscas artificiales, tanto por pescadores de oficio como por los aficionados. A veces se coge también la trucha con la mano, á cuyo fin entra el pescador en las aguas tranquilas y relativamente profundas de los remansos de los ríos, alargando el brazo, con cautela por debajo de las rocas. Otro medio consiste en el empleo de un enrejado flotante, que se sujeta en los sitios más frecuentados por el pez, el que, como el salmón, suele dar grandes saltos fuera del agua en días calurosos, y cuando así sucede cerca de semejante enrejado, cae la trucha sobre éste y queda cogida.

Además de la trucha común son objeto de la pesca en diferentes regiones la llamada trucha de los lagos *(Salmo lacustris)*, que frecuenta los lagos alpinos y alcanza á veces un peso de 20 kilogramos; la umbla caballar *(Salmo umbla*, figura 369), que se encuentra también en los lagos suizos y otros del Centro y Norte de Europa, y la trucha de mar ó salmón-trucha (*Salmo trutta)*, que alcanza un peso de 15 kilogramos y se encuentra principalmente en el mar del Norte y el Báltico, desde donde penetra, como el salmón, en los ríos para des-

ovar, si bien no remonta á tanta distancia de la costa como él. Volveremos á ocuparnos del salmón y de la trucha al tratar más adelante de la piscicultura.

PESCA DEL ESTURIÓN

De este pez se encuentran diferentes especies en todos los mares europeos, de los que penetran periódicamente en los ríos para depositar sus huevos. Las principales son: el *Acipenser Sturio*, que alcanza por lo común una longitud de 1,8 metros y un peso de 100 kilogramos, pero que puede llegar á tener cinco metros de largo, y el *Acipenser Huso*, que se distingue por su gran tamaño, pues alcanza con frecuencia una longitud de siete metros y un peso de 500 á 750 kilogramos. Antes, estas especies y otras de menor tamaño, procedentes del mar Negro, el Adriático, el del Norte y el Báltico, remontaban los grandes ríos austriacos y alemanes en mucho mayor número que hoy, no siendo raro coger en el curso bajo del Danubio peces de 400 kilogramos, y á veces de 800; pero actualmente no abundan tanto los esturiones en dichos ríos y son mucho más pequeños, y sólo en el Vístula, Elba, Weser y Ems ofrece su pesca resultados medianos. En Inglaterra frecuenta el esturión algunas rías, especialmente la del Tyne, que en determinadas épocas del año se ve muy concurrida por numerosos pescadores en lanchas, que se dedican día y noche á coger el pez con anzuelo. En España se encuentra el esturión común (*A. Sturio*) en las aguas del Guadiana, en el Guadalquivir hasta Córdoba, y sube también por el Ebro; en Tortosa se pescan esturiones y se mantienen mucho tiempo vivos atándolos con una cuerda á la orilla del río, de cuyo modo se conservan hasta el día en que se puedan vender.

Pero en ninguna parte tiene la pesca del esturión la importancia que en Rusia; pues allí, especialmente á orillas del Volga y del Ural, influye grandemente en la vida de la población. En Febrero, cuando empieza el deshielo, comienzan las diferentes especies de esturión que habitan en el mar Caspio, á abandonar sus aguas y á remontar dichos ríos; durante quince días abre la marcha el *Acipenser Huso;* en todo el mes de Marzo le siguen grandes bandadas del *Acipenser Stellatus;* hacia mediados de Abril viene el esturión común (*A. Sturio*), acompañado del *Acipenser Ruthenius*, que permanecen en las aguas dulces la mayor parte del verano, volviendo al mar á principios de Septiembre, mientras que en esta época el *Acipenser Huso*, que se había retirado antes, vuelve otra vez á los ríos. Durante el verano se cogen dichos peces en parte con redes, en parte con anzuelos, y en cantidad tal, que, por ejemplo, las pesquerías de Astracán producen anualmente más de 100.000 piezas del *Acipenser Huso*, más de 300.000 del esturión común y millón y medio de otras especies menores. Aprovéchase la carne, que se parece algo á la de ternera, y se come fresca, escabechada ó secada; con la vejiga natatoria se fabrica la cola de pesca-

do, mientras que las huevas dan el caviar, tan estimado de los gastrónomos. De mil piezas de *Acipenser Huso* se obtienen, por término medio, 124 kilogramos de vejiga y 1.650 de caviar; mil esturiones comunes dan 42 kilogramos de vejiga y 690 de caviar, y el mismo número de la especie *Acipenser stellatus* produce unos 20 kilogramos de huevas. En el mismo mar Caspio se cogen durante la primavera de 60.000 á 70.000 esturiones, que dan por lo menos 120.000 kilogramos de caviar y 2.000 de vejiga. En cuanto á la carne, alcanza los mejores precios en invierno, cuando los peces frescos ó helados se remiten á los mercados principales de Rusia, especialmente á Nischni-Novgorod, Kasan, Moscou y San Petersburgo.

Si la pesca del esturión se persigue activamente en verano, no es menos interesante el espectáculo que ofrece durante el invierno, en particular á orillas del Ural. Tan luego como este río empieza á helarse, lo que tiene lugar á fines de Noviembre ó en Diciembre, los esturiones buscan con preferencia los puntos más profundos, donde se colocan en series como para pasar el invierno descansando. Mas como el lecho del río está sujeto á frecuentes cambios, merced á las corrientes, de modo que no es siempre posible determinar los sitios donde se congregan los peces, los cosacos observan, antes de comenzar la helada, los puntos donde aquéllos se presentan á la superficie de las aguas para jugar; ó bien, cuando el río se cubre con la primera capa de hielo, que es transparente como el vidrio, se tienden cuidadosamente sobre ella, tapándose la cabeza con un paño oscuro, y pueden ver los esturiones mayores descansando sobre el fondo. Semejantes observaciones les sirven de norma para la pesca del invierno á la que va provisto cada cosaco de una vara de 2,5 á 3 metros de largo, cuyo extremo inferior está armado de un gancho de hierro de forma semicircular y muy aguzado, de varios ganchos pequeños fijos á varas más cortas, un barrón de hierro para romper el hielo, y una pala.

Antes de llegar el día en que se ha de dar principio á la pesca, y elegido ya el que la ha de dirigir, ó sea un *atamán* ó general de cosacos, toda la comarca se ofrece llena de actividad y expectación. Miles de cosacos se trasladan al lugar determinado, viniendo en pos de ellos gran número de rusos y kirguisios para prestar sus servicios como jornaleros á disposición de los pescadores. También acuden largas caravanas de comerciantes rusos, con sus guías y empleados, que acompañan continuamente á los pescadores cosacos, comprándoles el pescado en el acto de ser cogido, separando el caviar, que salan y guardan en toneles, apartando la vejiga natatoria para convertirla más tarde en cola, helando ó salando la carne, y remitiendo todos estos productos á los grandes mercados con la menor pérdida de tiempo posible. A medida que estas gentes, con sus bestias de carga y monturas, llegan á orillas del río y sitio determinado para empezar la pesca, se ven levantarse á toda prisa miles de tiendas de fieltro y otras viviendas ligeras y portátiles, las cuales han de trasladarse varias veces

durante el invierno, á medida que la pesca avanza río abajo. Por fin, todos han hecho sus preparativos; el cañón que ha de dar la señal se halla en posición y cargado, los cosacos reciben la orden de colocarse con sus barrones y ganchos á largas filas en ambas orillas de la corriente helada, y cuando todos han ocupado sus puestos, el *atamán* sale de su tienda y se dirige sobre el hielo en medio del río, que nadie puede pisar antes de la señal. En este momento reina por doquier un silencio sepulcral; todos están llenos de expectación y preparados para lanzarse sobre el hielo; los semblantes rebosan alegría, las miradas dirigidas hacia los puntos conocidos de antemano como refugio de los peces, ó bien hacia el *atamán* que ha de dar la señal para disparar el cañon; pero el General no se da prisa alguna, al contrario, se dirige pausadamente de una orilla á otra, á una distancia bastante considerable, y se complace en ejecutar toda suerte de movimientos para engañar á los cosacos impacientes, pues sólo el artillero y él conocen la seña secreta que ha de determinar el disparo.

En el instante de la detonación tan ansiada, se rompe el silencio, levantándose por todas partes un ruido infernal; la legión de cosacos se precipita tumultuosamente sobre el hielo en medio de gritos de alegría, y cada cual busca el sitio propicio para la pesca que antes había descubierto, ó escoge á toda prisa el que en el momento le parece favorable. Con una rapidez sorprendente se abren en el hielo miles de aberturas, como de un metro de diámetro, y entonces se alza una verdadera montaña de palos, que se introducen en dichos agujeros, y cuyos ganchos se mantienen á unos 50 centímetros sobre el fondo. Cuando el pescador siente que un pez pasa sobre su gancho, rozando el palo, retira éste de repente, de modo que el gancho se hunda en la parte abdominal del esturión; luego se ensancha la abertura en el hielo, el pez se sujeta mejor con los ganchos más pequeños y se saca á la superficie. Dijimos antes que los esturiones descansaban sobre el fondo del río; pero como se comprende fácilmente, pronto turba su reposo el ruido producido por el rompimiento del hielo y la gritería general, de modo que empiezan á agitarse, circulando de acá para allá, y de este modo se ponen frecuentemente en contacto con los ganchos de los pescadores. Lo que en realidad se verifica es una verdadera matanza; en las orillas se van formando grandes montones de peces, pues tan luego como se sacan á la superficie, se dirigen los comerciantes sobre el hielo hacia los pescadores, regatean y compran la presa en el acto, trasladándola á tierra; en muchos casos también se realizan las ventas cuando el pez cogido se halla todavía bajo el agua y sin saberse fijamente cuál pueda ser su tamaño ó peso.

Como se ve, los procedimientos de pesca varían según la estación del año. En verano, y aparte de las grandes redes de rastrillo que se emplean y tienen á veces una longitud de 330 metros, arrastrándose con caballos, se practica la pesca de un modo original, que consiste en que los cosacos, armados con la *abraschka,* (un gancho de hierro puntiagudo de unos 15 centímetros de largo que se sujeta

á la muñeca mediante un anillo y una correa), bajan al fondo del río y aseguran su presa debajo del agua; esto no se verifica sin lucha, y supone mucha destreza de parte del pescador, el cual también corre cierto peligro, dados el gran tamaño y la fuerza del esturión. En la desembocadura del Ural se pesca también durante el invierno con redes, que se introducen debajo del hielo. En esta época se practica asimismo la pesca con redes en el mar Caspio; pero la faena es bastante penosa, pues con frecuencia se ven obligados los cosacos á avanzar con sus trineos más de doscientos kilómetros mar adentro, antes de encontrar la capa de hielo bastante delgada para que puedan romperla y tender sus redes, que tienen 25 metros de largo por 10 de ancho. Pero entonces suelen coger de 600.000 á 800.000 kilogramos de *Acipenser Huso*, y 100.000 de *Acipenser stellata*, que dan 40.000 de caviar.

La producción total de la pesca del esturión en Rusia se eleva anualmente á unos dos millones de piezas de las varias especies mencionadas, de las que se obtienen unos 500.000 kilogramos de caviar; el valor total de los productos puede calcularse en veinte millones de pesetas. Es verdad que en los últimos años se ha realizado una disminución notable en la producción de dicha pesca; pues si bien el número de los peces cogidos sigue siendo próximamente el mismo, su peso resulta inferior, demostrando que, merced á una pesca demasiado activa, no tienen tiempo para desarrollarse como antes.

LA ANGUILA Y EL APROVECHAMIENTO DE LAS ALBUFERAS

La anguila común (*Anguilla fluviatilis*, fig. 370, 1) es un pez del orden de los fisóstomos, carecterizado, entre otras circunstancias, por su cuerpo prolongado, más ó menos cilíndrico, que alcanza en la hembra una longitud máxima de dos metros y un peso de cinco kilogramos; decimos «en la hembra,» porque el macho siempre es mucho más pequeño, y mientras aquélla se desarrolla en las aguas dulces y salobres, éste nunca abandona las del mar. Desde Octubre á Diciembre, y durante las noches más oscuras, las hembras buscan el mar, donde tiene lugar la fecundación de los huevos por los machos y el desove y nacimiento de la cría, que remonta entonces los ríos, en Marzo y Abril, en grandes bandas. La carne de la anguila es blanca y grasa y apenas se come en algunos países; mas en otros se estima mucho, constituyendo en el Norte de Alemania y en Italia un importante artículo de comercio, ora en estado fresco, ora salada, secada ó ahumada. Alcanza su mayor desarrollo y excelencia en las aguas salobres, y desde antiguo se practica su pesca en grande escala en las célebres albuferas ó lagunas de Comacchio, cerca de la desembocadura del Po, en el mar Adriático, donde se cogen actualmente todos los años de 750.000 á 1.500.000 kilogramos de anguila.

Aquellas interesantes albuferas son grandes lagos de agua salobre, que comunican de una parte con el Po y de otra con el Adriático, mediante un complicado sistema de canales; en la primavera se abren las esclusas, de modo que las aguas puedan correr hacia dicho río, y entonces la cría de la anguila, nacida en el mar, penetra en las albuferas; en el otoño se abren las esclusas de nuevo, pero de manera que toda el agua se ve obligada á pasar á través de unas grandes encañizadas, fijas en las salidas de las albuferas, y en las cuales quedan

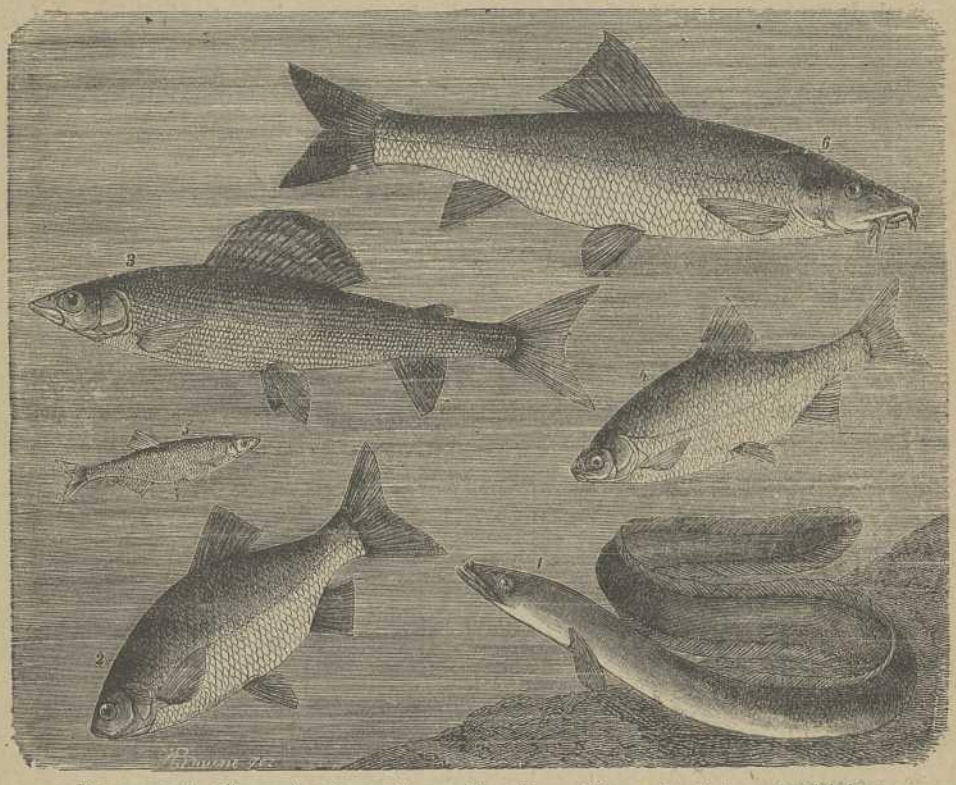


FIG. 370.—1. Anguila.—2. Leuciscus rutilus —3. Thymallus vexilifer. 4. Scardinius erythrophthalmus. 5. Alburnus lucidus.—6. Barbo.

cogidas las anguilas grandes que, á impulso de su instinto de procreación, tratan de ganar el mar.

Desde el siglo XIV, según se deduce de las Ordenanzas correspondientes y del tratado de pesca de Sañez Reguart, se venía aprovechando, con notable ventaja, la albufera de Valencia para la pesca de las especies de peces que del mar entran á desovar en sus aguas salobres, cortándoles periódicamente la retirada, mediante una gran encañizada de más de 300 metros, que se establecía en la gola. Consistía el artefacto en una serie de gruesas estacas, contra las que se apoyaba un tabique ó pared de cañas entrelazadas con cordeles, asegurando el conjunto varias series de viguetas y unas maromas tirantes ancladas en las ori-

llas. A flor de agua, y en toda la línea de la encañizada, se dejaban de cuatro en cuatro varas de distancia unas aberturas cuadradas que conducían á los armadijos llamados por aquellos pescadores *gallineros*, celdas destinadas á recibir el pescado que por allí procuraba escaparse, y formadas también por estacas y cañizos en el lado exterior de aquella pared; cada gallinero terminaba en una gran nasa, en la que se recogía la pesca, que viva se conservaba allí hasta que los arrieros la llevaban á los mercados de Valencia y otras poblaciones, inclusas las del interior, pues se traía hasta Madrid mismo. Para facilitar el paso de los barcos pescadores, ó los que, cargados de arroz y otros géneros, entraban y salían de la albufera, se dejaba un portillo en la encañizada, que se cerraba mediante una red de hilo grueso y malla estrecha. Según un dato recogido por Sañez Reguart á mediados del siglo pasado, se sacaba anualmente en dicha albufera 27.000 arrobas de lisas, doradas, lenguados, salmonetes, anguilas y otras especies; pero el descuido que hace tiempo se tiene con la encañizada referida es causa de la escasez de peces que ahora se observa en la laguna, según opinión de sus más prácticos pescadores. Si de nuevo se observasen las antiquísimas Ordenanzas relativas á la albufera de Valencia, hoy casi caídas en completo desuso, siquiera modificadas con arreglo á las exigencias de nuestra época, recobraría dicha pesca muy pronto toda la importancia que tuvo durante cinco siglos, en que fué explotada con el mayor esmero; y lo propio sucedería si se aprovechasen como se debiera las albuferas de Mallorca, Santa Pola, Tortosa, estanque de Peñíscola, mar Menor y tantas otras como en nuestras costas existen, y pudieran ser copiosos manantiales de riqueza para las comarcas interesadas.

PISCICULTURA

La disminución de los peces de río se debe en parte á los progresos de la industria: los numerosos vapores que circulan en los ríos mayores asustan á los peces é impiden el desarrollo de sus huevos, en el mero hecho de que la fuerte agitación del agua los desprende de la arena y plantas acuáticas, á que se adhieren, exponiéndolos á ser arrastrados y servir de alimento á otros animales fluviátiles. Las fábricas establecen esclusas ó presas en los ríos menores y arroyos, ó los dejan más ó menos en seco mediante canales y acequias de derivación, de modo que se originan por tal motivo serias dificultades para el desove de los peces; además, las aguas aprovechadas por dichos establecimientos industriales contienen en muchos casos cloro, ácido muriático, cal y otras sustancias corrosivas, tan perjudiciales para los peces como las materias orgánicas en putrefacción que entregan á las corrientes las fábricas preparatorias del lino y las alcantarillas de las ciudades. Los pescadores mismos perjudican notablemente la pesca de río, no sólo desatendiendo la veda y empleando redes de mallas dema-

siado estrechas, que cogen la cría á la vez que el pez adulto, sino también por la costumbre, tan censurable, de echar al agua cal viva, diversas sustancias narcóticas y hasta cartuchos de dinamita, con el objeto de matar más fácilmente mayor cantidad de peces. En Austria se ha demostrado también que la disminución de peces se relaciona con la corta excesiva de árboles en las montañas, no sólo en virtud de la natural disminución del caudal de los ríos, sino principalmente por las irregularidades producidas en los arroyos, sujetos más que antes á crecidas repentinas que arrastran los huevos depositados al abrigo de sus orillas; la despoblación de árboles en las márgenes de los ríos obra también de un modo perjudicial, por cuanto las corrientes no reciben tantas materias vegetales como antes, y los peces se ven privados, por consiguiente, de una fuente principal de alimentación. Si tal sucede en Austria, donde se concede á la selvicultura la importancia que merece, dejamos á la consideración de nuestros lectores las deducciones lógicas que cabría hacer respecto de la escasez de peces fluviátiles en un país como el nuestro, desprovisto en gran parte de arbolado por la indiferencia y el descuido seculares de sus habitantes, y donde los arroyos, en general, quedan en seco ó bien se precipitan en torrentes impetuosos, arrastrando cuanto encuentran al paso.

Para poner coto á la disminución de peces en las aguas dulces, disminución cuyas causas principales acabamos de exponer, han tomado los Gobiernos medidas legislativas, determinando los tiempos de veda y prohibiendo la pesca abusiva y las prácticas irracionales que tendían á agravar el mal. Pero al mismo tiempo la piscicultura, ó sea la cría y propagación de los peces, viene contribuyendo notablemente en algunos países á la repoblación de las aguas empobrecidas, y su importancia va siendo cada vez más reconocida. Antes de entrar de lleno en la materia conviene hacer algunas consideraciones generales acerca de la reproducción natural del pez.

La mayoría de los peces de agua dulce, ó, más exactamente hablando, las hembras, depositan sus huevos, maduros pero no fecundados, sobre el fondo de los ríos y arroyos, entre la arena ó grava; sólo algunos, como la carpa, desovan de modo que sus huevos quedan adheridos á las plantas acuáticas ó á las piedras. La operación del desove se verifica de diversos modos según los diferentes géneros de peces; pero lo general es que la hembra frote ó arrastre su parte abdominal sobre el fondo, determinando así, por la presión, la salida de los huevos por el poro genital, que es una abertura que sigue alano. El macho, que viene inmediatamente detrás, procede á la fecundación de los huevos puestos, derramando sobre ellos su humor seminal. El desove tiene lugar en diferentes épocas del año, según la especie de pez, y el número de huevos depositados es extraordinariamente grande; el salmón, por ejemplo, pone anualmente de 10.000 á 20.000 huevos, el lucio 100.000 y la perca de río nada menos que 200.000 á 300.000. Pero son relativamente pocos los que llegan á desarrollarse, pues son

muy numerosos los animales de diversas clases, desde las larvas de ciertos insectos, los cangrejos y peces de distintos géneros, hasta las aves y los ratones acuáticos, que los buscan y comen ávidamente, mientras que, por otra parte, suele desarrollarse en su superficie un hongo parásito que destruye millares de ellos en muy corto tiempo. La manera de evitar semejantes inconvenientes, y, por lo tanto, la incubación del mayor número de huevos, constituye uno de los principales objetos del piscicultor.

Según las especies de peces de cuya propagación se trate, puede el piscicultor limitarse á procurar las mejores condiciones para una cría racional, dejando que el desove, la fecundación y la incubación procedan naturalmente, y vigilando después la cría hasta su completo desarrollo; ó bien puede proceder artificialmente desde luego, practicando por su mano, y en aparatos convenientes, esas tres operaciones fundamentales. A la cría racional, ó piscicultura natural, se prestan especialmente especies como la carpa, el lucio, la perca de río y la tenca, mientras que para la propagación del salmón, la trucha y especies análogas conviene más la piscicultura artificial.

PISCICULTURA NATURAL

La cría racional de diversos peces se ha practicado en algunos países desde la antigüedad; los romanos, especialmente durante los buenos tiempos del Imperio, se dedicaron con afán á ella, estableciendo grandes depósitos ó piscinas que comunicaban con el mar mediante canales, y en los que se criaban peces cuyos huevos, fecundados naturalmente, se traían á veces desde mares lejanos. Es probable que con tal objeto tuvieran dispuestos sitios convenientes para la fecundación y el desove más seguros de los peces cuyos huevos trataban de transportar; mas no es exacto, como algunos pretenden, que los romanos practicaran la fecundación artificial de los peces. Semejantes medios para facilitar el desove natural los han adoptado desde tiempo muy antiguo los chinos: durante la época en que los peces penetran en los ríos á los efectos de la procreación, colocan aquellas gentes tan industriosas en los ríos y hasta en los canales de riego de sus arrozales, toda suerte de cañizos, sobre los cuales depositan los peces sus huevos, que se recogen después de fecundados por los machos, y se transportan en gran cantidad al interior del país, donde se venden á los piscicultores.

La cría racional de la carpa data, en el Norte y Centro de Europa, desde muy antiguo, desarrollándose especialmente en Alemania durante la Edad Media, respondiendo á las exigencias de la Iglesia en materia de ayuno, y practicándose todavía actualmente en algunas comarcas en la mayor escala. En el distrito del Lausitz (Prusia), y cerca de Rottbus, se encuentran 82 estanques des-

tinados á dicha cría, que suman una superficie de 1.176 hectáreas; los del principado de Trachenberg, en Silesia, se extienden sobre 1.753 hectáreas; pero los estanques de carpa tienen mayor importancia aún en Bohemia, pues sólo en los alrededores de Wittingau, por ejemplo, se encuentran en número de 187, con una superficie total de 5,564 hectáreas.

Como se desprende de lo que acabamos de decir, la cría de la carpa se verifica en estanques, de los que se distinguen cuatro clases: los primeros están destinados al desove, ó sea al alojamiento de los peces durante la época de la reproducción, y á la obtención de la cría, y son de medianas dimensiones, que no deben recibir otra agua que la llovediza, conviniendo que tengan márgenes llanas, moderadamente pobladas de vegetación, y que se hallen en sitios expuestos al sol, pero resguardados contra los vientos fríos; además debe procurarse librarlos de todos los enemigos de los pececillos. En el otoño se trasladan éstos, ó sea la cría, por medio de finas redes á los estanques de invierno, y en la primavera siguiente á otros, que, respecto de su situación, deben hallarse en iguales condiciones que los del desove, pero dispuestos de manera que reciban constantemente las aguas procedentes de otros estanques, ó de caces ó acequias que atraviesan terrenos de pasto ó lugares habitados, y que llevan el alimento necesario para los pececillos. Cuando al cabo de uno ó dos veranos pasados en estos estanques, han adquirido los pececillos un tamaño regular, se trasladan en el otoño á los estanques principales, ó de carpa propiamente dichos, donde se mantienen generalmente durante tres veranos y dos inviernos, al cabo de cuyo tiempo ya tienen un peso de uno y medio á dos kilogramos, y pueden llevarse al mercado. En semejantes estanques de carpa (figura 371), es indispensable la presencia de cierto número de lucios (*Esox lucius*), que sirven principalmente para tener siempre inquietas á las carpas, impidiendo su procreación, y por ende la formación de una cría que se alimentaría á expensas de los peces mayores; además los lucios, que son muy voraces, limpian el estanque de todos los peces menores de especies inútiles. Entretanto se ceban las carpas en estos estanques con estiércol de ovejas, guisantes, habas, patatas, etc. En muchas partes, por ejemplo, en el Holstein, la cría de la carpa se verifica en un solo estanque, que, por regla general, se deja tres años en seco, cultivando en él avena y trébol para después llenarlo de agua, en la que se echan carpas de un año de edad, que al cabo de otros tres años se han desarrollado lo suficiente para poderlas llevar al mercado.

Como ejemplo en nuestro país de esta «cría en libertad de los peces,» como la llama don Mariano de la Paz Graells,, extractamos lo siguiente de su descripción de los estanques ó viveros de la Granjilla en San Lorenzo del Escorial, que no son otra cosa que una serie de pequeños pantanos construídos en tiempos de Felipe II, con el doble fin de servir para el riego de los prados de aquella posesión y para la cría de pescado, destinado entonces al servicio de las

mesas del Rey y de la Comunidad del monasterio, la cual cuidaba esmeradamente de cumplir con ambos objetos, y todo estaba bien entendido y dirigido; pero hace ya tiempo que nadie se cuida del asunto.

Cuatro son los estanques principales de la Granjilla, colocados de modo que por su diferente nivel puede pasar el agua de unos á otros, siendo igualmente posible desaguar cada uno de ellos, vertiendo á caces especiales establecidos con este objeto y el del riego de los prados. La construcción varía poco, aunque

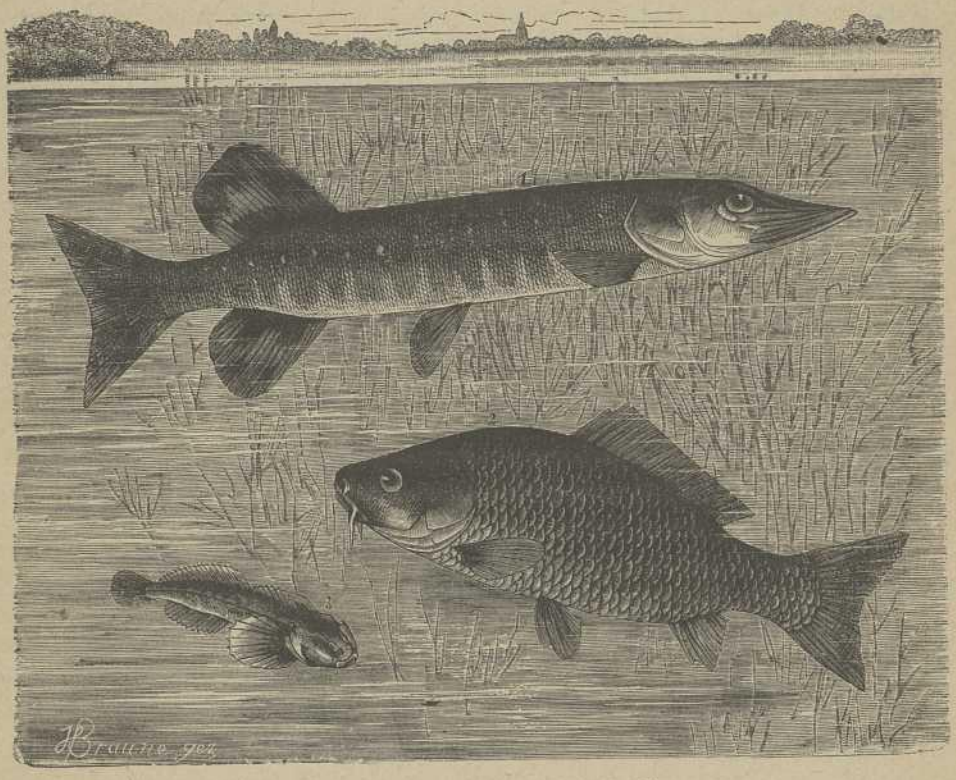


FIG. 371.—1. Lucio.—2. Carpa.—3. Cotus gobio.

sean distintas las formas de los vasos: un muro de contención ó dique por la parte baja, con sus compuertas de madera, constituye toda la parte artificial de estos viveros, cuyo fondo y orillas son naturales, y que se diferencian poco de unos pequeños lagos de mediana profundidad, con plantas acuáticas, playas arenosas, grava, peñascos, sinuosidades y surtidores de agua clara y corriente que proviene de los arroyos de Milanillo y del Escorial de Abajo. El estanque alto, que es el mayor, ocupa cerca de medio kilómetro en una ancha arroyada, que en su parte profunda se cerró con un muro de más de 27 metros de espesor, formando la presa del pantano, cuya mayor profundidad es de siete metros en el centro. La longitud de dicha muralla es de 20 metros, y cada uno de sus

desaguaderos tiene una cuádruple serie de tabloncillos, de modo que las aguas no pueden salir sino por la superficie, saltando por encima del tabloncillo más alto, á manera de cascada. El agua que sale de una esclusa llena la otra, y como hay tres, es difícil que la pesca se escape fuera del estanque, en cuyo caso bajaría al de la Isla, que recibe las aguas sobrantes del alto. Todos los descargaderos van á parar á un estanque pequeño que se halla situado en la base del murallón, y cuyo muro inferior está provisto de un canal de desagüe con correderas verticales para establecer los enrejados ó alambreras destinados á detener los peces escapados del pantano vivero. A dichos estanques pequeños se les daba el nombre de *muerte*, porque á ellos iban á morir los peces cuando se verificaban las sacas. El estanque alto estaba destinado á la cría de tencas, que los monjes cebaban con centeno cocido, para lo cual, de tiempo en tiempo, el padre campero, con algunos mozos montados en mulas, solía entrar en la parte de menos fondo y rociar dicho grano, que los peces comían con avidez. Cuando se quería obtener peces para el cebo, se esparcía centeno en un caz que conducía á un apartadero ó charca llamado Hijuela, que, al cabo de algunos días, se llenaba de tencas de todos tamaños; entonces se desaguaba la Hijuela y la pesca caía en la *muerte*, donde se escogían las tencas mayores para llevarlas á cebar á las charcas de Navalonguilla, Radas y estanque del Estribo, y las demas se volvían á echar en el alto, de donde habían sido sacadas.

Debajo de este estanque está el llamado de la Isla, y más abajo el de San Lorenzo, hoy casi cegado, y el de San Jerónimo; los dos primeros son de construcción semejante al alto, aunque de dimensiones menores, y todos, en parte artificiales, en parte naturales, pueden ser considerados como formando un establecimiento de piscicultura mixto, en donde el pescado vive casi en estado de libertad, y, sin embargo, está siempre en la mano del piscicultor, que, como el hortelano en su huerta, puede á todas horas entresacar las piezas que se le piden para el consumo. Establecimientos piscícolas semejantes pudieran construirse en muchas partes de España, donde las aguas corrientes están reducidas á simples arroyos con estrecho cauce, inservibles en su estado natural para criar peces útiles.

PISCICULTURA ARTIFICIAL

Se basa en el hecho de que la fecundación natural de los huevos de los peces de que tratamos es un proceso exterior y que se verifica, como hemos visto, del modo más sencillo que darse puede. Según un documento del año 1420, un monje llamado *Dom Pinchón*, de la abadía de Réome, cerca de Moutier Saint-Jéan (Francia), tuvo la idea de imitar los procesos naturales del desove y la fecundación, y á él se atribuye, por lo tanto, la invención de la piscicultura artificial. Dicho monje, con sólo oprimir con la mano la parte abdominal de la hem-

bra de la trucha, hacía caer los huevos en un vaso lleno de agua, y luego los fecundaba, oprimiendo á su vez el cuerpo del macho, de modo que el humor seminal se derramara; promovía luego el contacto más íntimo de éste con los huevos, agitando el agua en el vaso con los dedos, y los huevos así fecundados los colocaba entonces sobre arena en una caja de madera tapada con un enrejado, que sumergía en una corriente de agua, y en la que dejaba que se desarrollase la cría. Quedó, pues, colocada en el siglo XV la piedra angular, digámoslo así, de la piscicultura artificial moderna; mas el procedimiento de Dom Pinchón fué despreciado en su época, y lo propio sucedió después con el del sueco *Lund*, que á mediados del siglo XVIII había dispuesto sitios para el desove artificial en las márgenes del lago de Koxen.

Sin conocimiento previo de semejantes ensayos, el alemán *Jacobi* volvió á inventar la piscicultura artificial, participando por escrito, en 1758, al célebre naturalista Buffon, los resultados de sus investigaciones, que fueron publicados en 1763 por el conde de Holstein, apareciendo dos años después, en la *Revista de Hannover*, una descripción del procedimiento, Consistía éste, como el de Pinchón, en verificar á mano el desove y la fecundación, y luego en colocar los huevos fecundados sobre arena en una caja incubadora (fig. 372 *e*) que se sumergía en una corriente constante y tranquila de agua pura. La cría nacida permanecía cinco semanas en dicha caja, y se repartía entonces en varios depósitos grandes. Aunque Jacobi montó en Hamburgo y otros puntos varios establecimientos de piscicultura, base de un comercio bastante lucrativo, nadie, por el pronto, pensó en seguir su ejemplo, y aun en la primera mitad de nuestro siglo los establecimientos alemanes de dicho género en los principados de Waldeck y Lippe fueron poco importantes. Por los años 1 830á 1840 fué introducido en Inglaterra el procedimiento de Jacobi por John Shaw, Drummond y Boccius, y dió resultados prácticos, por cuanto en corto tiempo empezó la repoblación de varios ríos con truchas jóvenes, de las que recibió el de Uxbridage, por ejemplo, 120.000; pero como sucede tantas veces con los inventos nuevos, éste de Jacobi no pareció destinado á prosperar.

Entretanto *José Remy*, un pobre pescador de La-Bresse, pueblecito de los Vosgos, alarmado en vista de la disminución de la trucha en los arroyos donde solía ganar su sustento, se había dado á pensar en los medios prácticos que pudiera emplear para librar los huevos de dicho pez de los peligros á que se hallaban continuamente expuestos, y tendían á impedir la reproducción natural; y las observaciones diarias en aquellos arroyos sugiriéronle, por el año 1840, la misma idea que á Jacobi, por más que no tenía el menor conocimiento de la invención de éste. Remy confió su pensamiento á su amigo Gehin, que le ayudó en mejorar su procedimiento de fecundación artificial, y cuando en 1843 los dos lo expusieron por escrito al prefecto del Departamento, recibieron en recompensa una medalla de bronce y una gratificación de cien francos. En esto

hubiera quedado la cosa y su mérito relegado al olvido, si el naturalista Quatrefages no hubiese presentado en 1848 al Instituto de Francia una sabia Memoria sobre la cría de los peces, en la que recomendaba el empleo de la caja incubadora de Jacobi; suscitóse con este motivo una discusión que se hizo pública, y en su vista el doctor Haxo, médico en Epinal, escribió á la Academia, participando el procedimiento y los resultados ya obtenido de aquellos dos humildes pescadores de los Vosgos. La Academia de Ciencias encargó seguidamente el estudio de la cuestión á sus miembros Duméril, Milne Edwards y Valenciennes; los cuales se

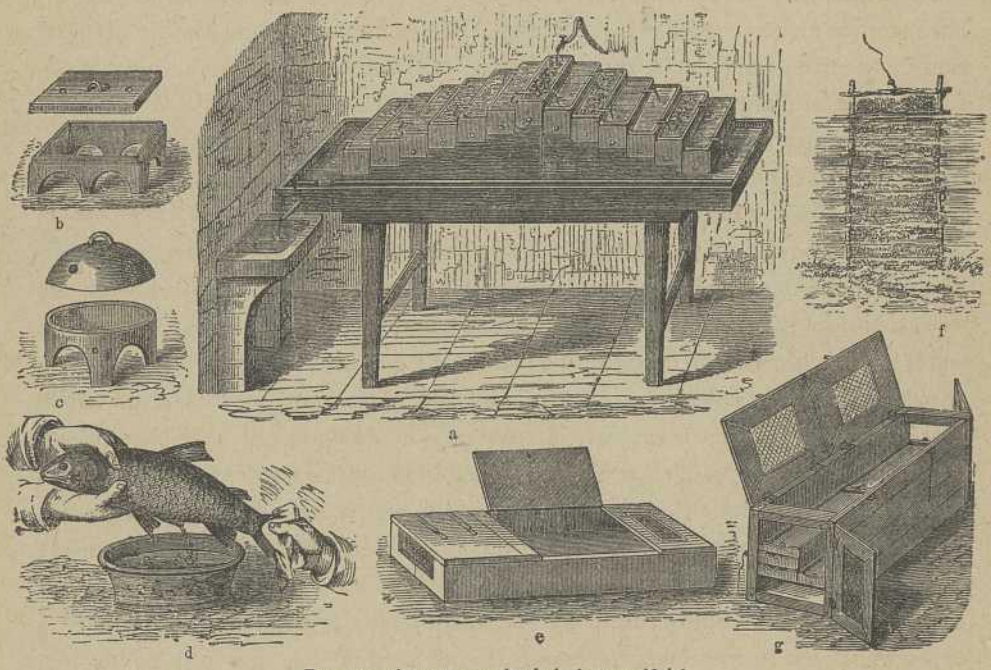


FIG. 372.—Aparatos para la piscicultura artificial.

fueron á La-Bresse, se cercioraron de todo, dieron su informe oficial, y el Gobierno concedió á Remy y su compañero una pensión anual de dos mil francos.

Es verdad, como se supo después, que Spallanzani en el siglo pasado, y los naturalistas Rusconi, L. Agassiz y Carlos Vogt en los primeros decenios del presente, se habían valido de la fecundación artificial de los peces en sus investigaciones científicas; pero sólo después de la publicidad dada al procedimiento de Remy empezó la ciencia á estudiar la aplicación de semejante invento á fines prácticos. El profesor Coste, de París, fué el primero en montar un gran aparato para la piscicultura artificial en el Colegio de Francia, y á él se debe en gran parte la difusión de tan útil procedimiento. Merced á sus trabajos y actividad, se convirtieron en ricas pesqueras ríos y extensiones de costa que ya habían quedado casi despoblados de peces; pero el servicio más señalado que prestó á la causa de la nueva industria fué la fundación, en 1851, del

célebre establecimiento de piscicultura de Löchelbrunnen, cerca de Hüningen, en la margen izquierda del Rhin. Más adelante entraremos en algunos pormenores acerca de éste; pero ahora importa hablar de los aparatos y procedimientos de la piscicultura artificial.

Para obtener en cantidad relativamente considerable los huevos de los peces que los depositan sobre plantas acuáticas, se empieza por limpiar con cuidado de toda planta semejante el arroyo ó el estanque de que se disponga, sumergiendo en su lugar y en sitios someros expuestos al sol, de mes y medio á dos meses antes de la época del desove, los llamados desovaderos artificiales, consistentes en una ligera armadura de palos rellena de manojos de hierbas, ramitas de brezo, algarabía, raíces fibrosas, etc., formando el conjunto un macizo poco espeso, como indica la fig. 372 *f*. Después de depositados por las hembras los huevos, se retiran los desovadores, se recogen cuidadosamente aquéllos, se someten á una fecundación artificial en una vasija, derramando sobre ellos el humor seminal del macho, y se colocan en cajas incubadoras.

Tratándose de la propagación del salmón y la trucha, peces que son objeto más especial de la piscicultura artificial, no sólo en vista de lo sabroso de su carne, sino principalmente por la facilidad con que se prestan al transporte sus huevos, del tamaño de guisantes, se podría también preparar de un modo conveniente sitios de desove natural en los ríos y arroyos; pero la experiencia ha demostrado ser más ventajoso el desove y la fecundación artificial de que hablamos antes. Se escogen al efecto las hembras más hermosas, y cogiéndolas una persona por detrás de las branquias y otra por la aleta caudal, como indica la figura 372 *d*, la primera pasa la mano derecha á lo largo del abdomen, desde la cabeza hacia la cola, oprimiendo algo, y los huevos caen en una vasija poco profunda, situada debajo. La misma operación se repite entonces con un macho, exprimiendo un poco del humor seminal, que se revuelve bien con los huevos, mediante el dedo ó la barba de una pluma; luego se añade un poco de agua, que los huevos absorben en parte, junto con los espermatozoos del líquido fecundante, hinchándose al mismo tiempo. Esta fecundación en seco, como se llama, da mucho mejor resultado que la llamada húmeda, que antes se practicaba y consistía en exprimir á un tiempo los huevos y el líquido seminal en un vaso lleno de agua. Un macho basta para la fecundación de cinco á seis hembras. Como el desove natural del salmón y de la trucha dura varios días, se recomienda tener esta circunstancia en cuenta, y no exprimir todos los huevos de una vez, sino en porciones sucesivas, que deben fecundarse cada una de por sí.

Así como en la naturaleza se producen peces bastardos, del mismo modo pueden obtenerse artificialmente, fecundando los huevos de una especie con el líquido de otra; por ejemplo, los huevos de la trucha con el humor seminal del salmón, y viceversa. En el establecimiento piscicultor de Salzburgo se ha observado que semejantes peces bastardos son á veces susceptibles de ser procreados.

A la fecundación sigue la incubación, que reclama mayor cuidado por parte del piscicultor. La temperatura necesaria para el desarrollo de los huevos es diferente para cada especie de pez, y se determina con arreglo á las condiciones exteriores bajo las cuales tiene lugar el desove natural. Por ejemplo, son precisos de 6 á 8 grados centígrados para la incubación de los huevos del lucio; de 10 á 12 para los de la perca de río; de 16 á 20 para los de la carpa, y hasta de 18 á 25 para los de la tenca; los huevos de peces como el salmón y la trucha, que desovan en invierno, se desarrollan á una temperatura de 1°, no conviniendo que ésta exceda de 8°, y por consiguiente no deben exponerse al sol. Durante la incubación es preciso cuidar de que el agua esté perfectamente limpia y fresca, y que contenga el aire suficiente. Sobre estos puntos no se pueden dar reglas fijas, siendo necesario obrar con arreglo á la experiencia y las observaciones más exactas. Para proteger los huevos contra sus enemigos, especialmente contra los hongos parásitos, se hace preciso examinarlos con frecuencia, y apartar, con un pincel ó unos alicates á propósito, los atacados, que se distinguen de los buenos por su blanco opaco.

A fin de asegurar en lo posible el éxito de la incubación, se han inventado diversos aparatos, en los que pueden pasar los huevos por todas las fases de su desarrollo; una de estas incubadoras se halla representada en la fig. 372, *a*. En un principio se construían de una manera muy sencilla; la de Jacobi (fig. 372, *e*) era una caja de madera, cuyo enrejado dejaba pasar el agua, y la de Remy consistía en una caja de cinc, con paredes perforadas, de unos dos metros de diámetro y diez centímetros de profundidad, provista también de una tapa; su fondo se cubría con arena, sobre la que se colocaban los huevos, y entonces la caja entera se sumergía en una corriente de agua clara. Más tarde obtuvo la incubadora varios perfeccionamientos, señalándose por su excelencia el aparato de Coste, que se compone de cierto número de pequeñas cajas prolongadas de barro vidriado ó esmaltado, dispuestas en gradas á ambos lados de una caja central superior, que alimenta con agua las dos series (véase fig. 372, *a*). El agua cae en dicha caja superior en uno de sus extremos, corre suavemente hacia el extremo opuesto, desde donde pasa por un tubito y cae en las cajas inferiores inmediatas, y así sucesivamente en las demás; en cada caja se hallan los huevos colocados sobre una rejilla hecha con varillas de vidrio, que aseguran la mayor limpieza posible. Para el piscicultor que carece del local necesario para montar el aparato descrito, ha construído Coste el que representa la fig. 372, *g*, que consiste en una caja de madera de un metro de largo, por 50 centímetros de ancho y hondo, con puertas enrejadas en la parte superior y ambos extremos, y provista al interior de listones, sobre los que se colocan las rejillas de vidrio con los huevos; semejante incubadora, debidamente cerrada, puede sumergirse en un arroyo ó en un caz, siempre surtido de agua corriente y limpia.

En los últimos tiempos, sin embargo, se obtienen resultados aún más satis-

factorios con las llamadas incubadoras de California, cuya construcción se basa en el principio de que los huevos, dispuestos en capas sencillas sobre alambreras ó rejillas de vidrio que se colocan unas sobre otras en una caja, resulten continuamente bañados por el agua corriente, en dirección de abajo á arriba. Semejantes alambreras ó rejillas pueden colocarse con facilidad para que ocupen muy poco espacio, de modo que una caja relativamente pequeña puede contener muchos miles de huevos; las figuras 373 á 375 reproducen diferentes combinaciones de este sistema de California, debidas á varios inventores. En los grandes establecimientos piscicultores hallan cada día mayor aceptación cajas poco profundas, de dimensiones relativamente grandes (figura 375) con las alambreras ó rejillas de vidrio colocadas sobre listones, de modo que los huevos estén bañados desde abajo á arriba por el agua que que circula en la caja. Tratándose de huevos pequeños y ligeros, como los de la murena, y para facilitar la separación de los picados ó muertos, se emplean los separadores automáticos (fig. 376), ó sean vasos de vidrio en los que se colocan los huevos, haciendo pasar el agua desde abajo á arriba por un tubo baja al fondo, y reservándole salida por otro tubo superior, de modo que los huevos muertos ó dañados, siempre más ligeros que los vivos, sean arrastrados por la corriente hasta la superficie.

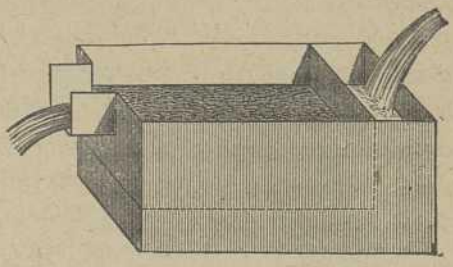


Fig. 373.—Incubadora común de California.

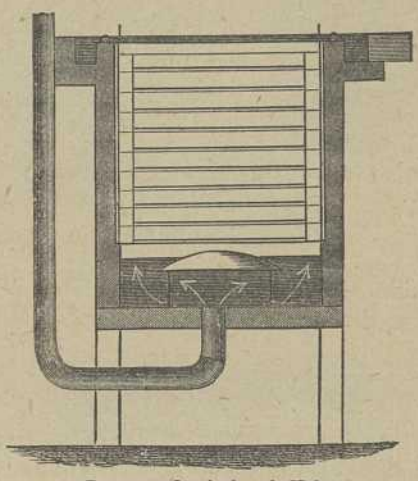


Fig. 374.—Incubadora de Holton.

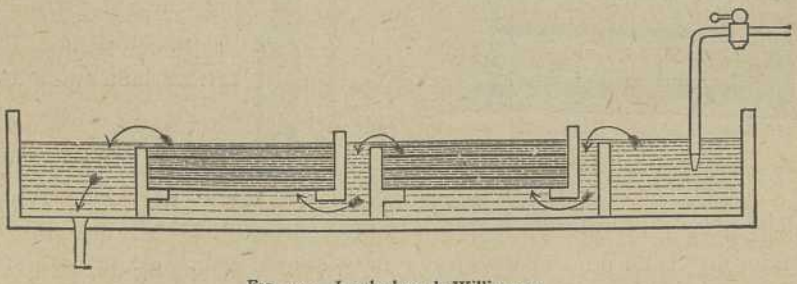


Fig. 375.—Incubadora de Williamson.

Los huevos del salmón y de la trucha en estado de incubación incipiente se dejan transportar fácilmente á grandes distancias con tal de que se mantengan

un poco húmedos y á una temperatura baja (de 0° á 1°); la fig. 377 representa una pequeña cómoda de las que se construyen con tal objeto; el cajón superior se llena de hielo, los cuatro intermedios contienen los huevos, y el inferior constituye un depósito para la recepción del agua que se forma por el deshielo, reduciéndose éste á un mínimum y manteniendo baja la temperatura, mediante el espacio reservado entre las paredes exteriores del aparato y sus cajones, que se rellena con fieltro ú otra materia mala conductora del calor. En semejantes cómodas se han transportado perfectamente desde América á Europa huevos incubados en parte del salmón de California, que luego se han desarrollado con el mejor éxito en nuestras aguas.

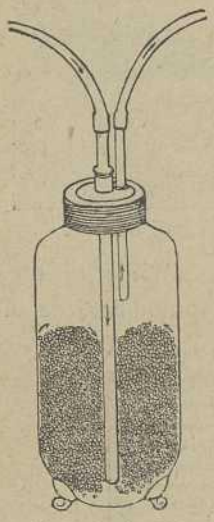


FIG. 376.—Separador automático.

La duración de la incubación varía mucho, según las diferentes especies de peces, dependiendo de la temperatura y del tamaño de los huevos; cuanto más baja es aquélla, tanto más lento es el proceso: de modo que, por ejemplo, con una temperatura constante de 0° á 1° los huevos del salmón tardan de seis á siete meses en desarrollarse, mientras que este período puede reducirse de ocho á cinco semanas si, como sucede normalmente, se mantiene en la incubadora una temperatura de 4 á 8 grados.

Al romper la envoltura del huevo, aparecen los pececillos recién nacidos de forma muy alargada y cuerpo transparente, en cuya parte abdominal se ve una vesícula umbilical muy grande, la cual contiene todavía cierta cantidad de alimento, y el animalito no necesita de otro hasta que ha consumido dicha provisión natural. Desde este momento empieza el trabajo más difícil del piscicultor: traslada cuidadosamente los pececillos á depósitos ó viveros especiales (fig. 378), en cuya disposición debe procurar imitar la naturaleza bajo sus condiciones más favorables, formando un lecho de arena ó grava muy limpia, sobre el que coloca algunas piedras y plantas acuáticas, y empleando agua muy pura en circulación tranquila, pero constante. Algunas especies de pececillos prefieren una luz bastante viva, mientras que otras buscan más la sombra; para éstas se colocan en

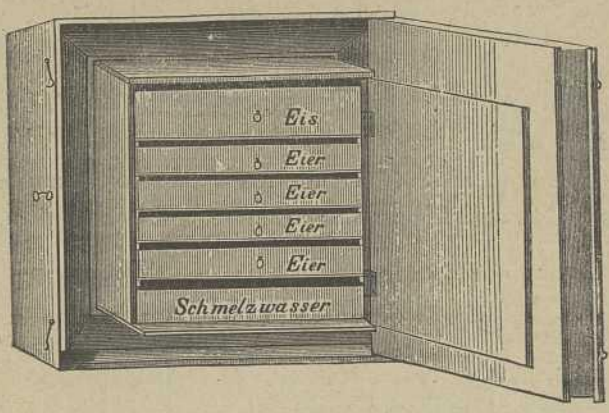


FIG. 377.—Cómoda para el transporte de huevos de salmón y trucha.

viveros pequeños abrigos ó escondites hechos de barro cocido y que tienen formas como las representadas en la fig. 372 *b* y *c*. Al mismo tiempo hay que alimentar la cría; pero cuando los pececillos tienen seis semanas de edad, y si se practica la industria en grande, disponiendo de los medios adecuados, es preferible trasladarlos á un estanque, previamente limpio, libre de enemigos y dotado de un buen surtido de agua de manantial, en el cual se abandonan á su suerte. Al cabo de un año puede suceder que la mitad de ellos haya perecido; pero en circunstancias normales, quedan siempre muchos miles, de modo que el éxito está asegurado. Para la trucha se escoge, en lugar del estanque, un arroyo muy serpenteado con orillas bien pobladas de plantas acuáticas. Cuando

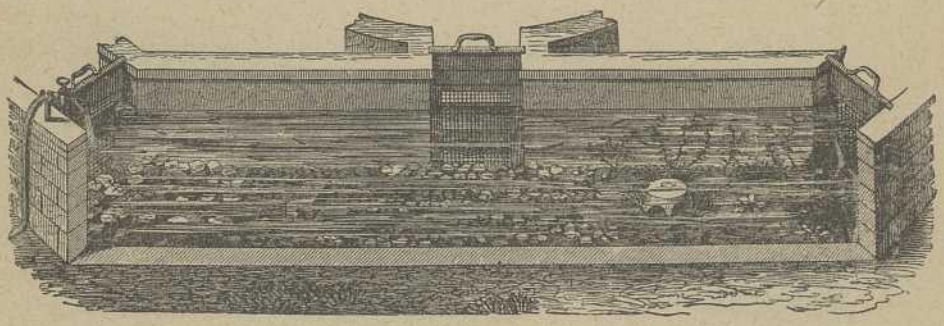


FIG. 378.—Vivero para pececillos jóvenes.

no se dispone de semejantes medios, es naturalmente mayor la molestia, pues hay que procurarse y echar todos los días, dos ó tres veces, el alimento necesario, en forma de moscas, mosquitos, huevos de rana, y cosas parecidas, cuidando constantemente la cría hasta que se pueda exponer á los peligros naturales que le aguardan en recipientes mayores. Para las especies que, como la trucha, se alimentan en parte con carne de pescado, conviene criar al mismo tiempo otros pececillos herbívoros, para que les sirvan luego de presa; al principio se emplea también como alimento carne menudamente picada, cruda ó cocida; pasado el primer año se da á los peces limacos acuáticos y las larvas de anfibios, mientras que los de más edad se contentan con toda suerte de desperdicios de cocina.

Mucho debe el fomento de la piscicultura artificial al hermoso establecimiento cerca de Hüningen, en Alsacia, fundado por Coste, como antes dijimos, y que desde 1871, y en virtud de la cesión de aquel territorio, pertenece á Alemania, administrándose hoy por el Estado, bajo la dirección facultativa del doctor Haack, una de las primeras autoridades en la materia. ¡Lástima que este establecimiento modelo no pueda disponer de aguas en realidad adecuadas para la incubación, es decir, suficientemente oxigenadas! El principal objeto á que se destina en la actualidad es el de poblar el Rhin con la cría del salmón. Durante el año económico de 1877-78 incubáronse parcial ó totalmente unos seis millo-

nes de huevos de salmónidos, de los que la mitad próximamente se remitió á otros países, mientras que en el mismo período se entregaron á los estanques y ríos 600.000 salmones jóvenes, 20.000 truchas y 15.000 murenas. Siguiendo el ejemplo de Hüningen, se han montado en Alemania gran número de establecimientos pisciscultores de carácter privado, y mucho se ha hecho en igual sentido en Austria, Suecia, Francia é Inglaterra. En España se practica con éxito la piscicultura artificial en el establecimiento del Monasterio de Piedra, habiendo producido en 1888 más de 100.000 truchas comunes y salmonadas, y además algunos millares de salmones del Rhin y truchas de los lagos, cuyos huevos procedieron de Hüningen. Pero en ninguna parte del mundo ha tomado esta indus-

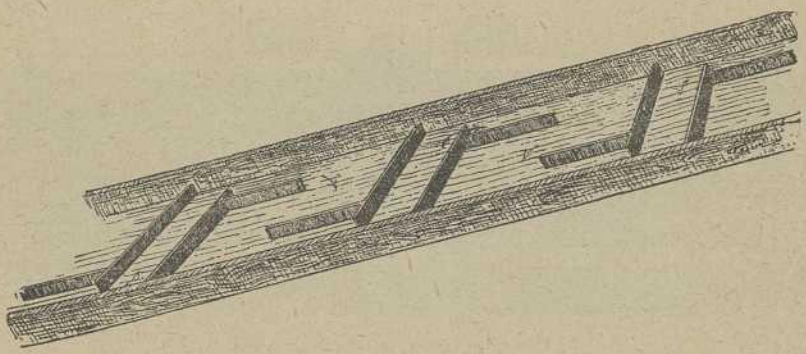


FIG. 379.—Escala salmonera.

tria un desarrollo tan considerable como en los Estados Unidos, donde se despliega la mayor actividad en introducir y aclimatar los peces extranjeros más útiles, como, por ejemplo, la carpa, y en propagar á otras partes del globo las especies americanas; para ello se inventan todo género de aparatos para el transporte de los huevos vivos, y de esta manera el salmón de California se ha introducido por aquellos piscicultores emprendedores en Nueva Zelanda, y la trucha en Australia.

Actualmente se transporta con el mejor éxito, en cajitas llenas de hierbas húmedas, la cría de la anguila, tal como penetra desde el mar en los ríos durante la primavera. Dicha cría se desarrolla muy bien en aguas estancadas de fondo margoso ó turboso, obteniéndose al cabo de tres ó cuatro años cantidades considerables de anguilas adultas y gordas.

Los beneficios de la piscicultura artificial se hacen sentir ya del modo más positivo en varios países; muchos ríos y arroyos del Centro y Norte de Europa se han ido repoblando de peces, y en el Vístula, el Oder, el Weser y el Rhin aumenta de un modo sensible el producto de la pesca del salmón. Pero los resultados más sorprendentes de la cría de este pez se tocan en la Gran Bretaña é Irlanda, donde no sólo se fomenta la multiplicación del salmón echando en los ríos los pececillos criados artificialmente, sino también facilitando la subida de aquél á

sitios á propósito para el desove natural, mediante la colocación de las llamadas escalas salmoneras (fig. 379) en los puntos de las corrientes donde algún salto natural ó artificial (presa ó esclusa) le estorba el paso. Nuestro grabado representa una de estas escalas, hecha de madera; pero se construyen también de mampostería y de diversas formas, según los casos. La eficacia de semejantes escalas se colige, por ejemplo, del hecho de que, después de su colocación en el río Ballisadare, cuyos tres grandes saltos impedían antes la subida del salmón, se cogen anualmente en el mismo unos diez mil salmones. Este hecho comprueba además la observación hecha en muchas partes, á saber: que los salmones jóvenes, después de desarrollarse en el mar, vuelven para desovar al mismo río en que nacieron ó fueron echados después de su incubación artificial.



LAS AGUAS MINERALES NATURALES

Introducción.—Composición y clasificación de las aguas minerales: aguas acidulada s, amargas, salinas, sulfurosas, minerales térreas, ferruginosas é indiferentes.—Importancia terapéutica de las aguas minerales.—Formación de las fuentes de aguas minerales.—Importancia industrial y comercial de las mismas.—Envase de las aguas minerales.—Las aguas azoadas artificialmente.

DESPUÉS de hablar, en los capítulos que preceden, de los tesoros vivientes que encierran las aguas del mar y de los ríos, debemos fijar un poco nuestra atención en el agua que brota de la tierra, en los manantiales minerales y sus propiedades medicinales.

Las mismas fuerzas volcánicas que hace millones de años vienen contribuyendo á formar y transformar la costra sólida de nuestro globo, á la producción de innumerables y preciosos cristales y de los valiosos criaderos metalíferos, desempeñan también un papel importante en el fenómeno de las fuentes medicinales. En efecto; el calor, en combinación con el agua, trabaja sin intermisión, rompiendo las rocas más compactas, disolviendo y levigando sus componentes y creando masas enormes de gases, cuya tensión proyecta el líquido hacia la superficie, en unión de las sustancias minerales que lleva disueltas.

En virtud de su contenido en dichas sustancias, y de la temperatura elevada, muy superior á veces á la de los manantiales ordinarios, dichas aguas minerales tienen propiedades medicinales que les prestan una importancia grandísima para el hombre.

El valor de semejantes fuentes era ya conocido y apreciado en la antigüedad: basta recordar los manantiales calientes ó termas sulfurosas á que debió su nombre el clásico sitio de las Termópilas (en griego «puertas de las termas»), y los de Bajae, cantados por Horacio, y donde los romanos ricos



FIG. 380.—Baños de Gastein (Austria).

solían ir á veranear y solazarse en la contemplación del hermoso mar Tirreno. En todas partes donde los romanos conquistadores hallaban fuentes calientes, supieron utilizarlas, construyendo establecimientos balnearios, cuya importancia atestiguan todavía los restos ó ruinas que de ellos se conservan en diversos puntos, y sobre los cuales se levantan hoy baños modernos de celebridad casi universal: recordamos á Baden-Baden, Wiesbaden, Ems, Aquisgrán y Pyrmont, en Alemania; á Gastein, en Austria (fig. 380); Plombières, en Francia; Bath, en Inglaterra, y Archena, en España, que fueron originariamente termas romanas. Durante la Edad Media, y aparte de establecimientos termales de primer orden, como el de Aquisgrán, cuya nombradía data de Carlomagno, Pfaeffers, en Suiza, que se conocía hace más de mil años, Carlsbad, cuya fuente fué descubierta en 1358 por el emperador Carlos IV en medio de la selva, un día que estuvo cazando, gozaron de mayor ó menor fama en el centro de Europa gran número de fuentes medicinales, á cuya celebridad contribuyeron en gran

parte aquellos monjes que, persuadidos de que á la salud del cuerpo debía acompañar la del alma, levantaron en las inmediaciones de muchas de ellas monasterios y hospitales. Desde entonces se han descubierto otros muchos manantiales del género en diferentes países, en donde se vienen aprovechando en grande ó pequeña escala.

COMPOSICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS MINERALES

Como ya hemos dicho, las aguas minerales, al brotar en la superficie, poseen una temperatura más ó menos elevada, cuyo grado puede utilizarse para su clasificación. Debemos recordar, á este propósito, que cada localidad de la tierra tiene lo que se llama en meteorología su temperatura media anual, ó sea la que resulta por término medio de las temperaturas observadas regularmente durante el año, y es, á pesar de las numerosas y grandes variaciones en los diferentes meses, una casi constante, pues varía, á lo sumo, en uno ó dos grados. Ahora bien; si la temperatura de un manantial es igual á la media de la localidad, se habla de una fuente *isotermal;* si es más baja que la local, tenemos una fuente *hipotermal*, ó fría, y si es superior, llamamos á la fuente *hipertermal*, ó caliente; denominaciones que, como es evidente, sólo tienen en general una significación relativa.

Como la temperatura media anual más elevada, ó sea la del ecuador termal del globo, equivale á unos 28 grados, podríamos calificar de hipertermal ó caliente, en su acepción absoluta, toda fuente cuya temperatura fuese superior á aquélla. Tales son, por ejemplo, Archena y Ledesma, con 52 grados; las del Warmbrunn, con 32; de Ems, con 37; de Teplitz, con 39; de Vichy, con 45; de Gastein, con 47; de Lenk, con 51; las de Aquisgrán, con 45 á 57,5; las de Wiesbaden, con 56 á 70, y las de Carlsbad, con 57 á 75 grados. A éstas habría que agregar las fuentes calientes de Venezuela, y, sobre todo, los *geiseres* de Islandia, de Nueva Zelandia y del parque nacional de Yellowstone, en los Estados Unidos, con temperaturas que se aproximan mucho á la del agua hirviendo (100), cuando no la igualan por completo.

Pero á una clasificación de las aguas minerales basada en su temperatura, debe preferirse desde luego la que se funda en las diferencias que se notan en su composición química, debidas á las diversas sustancias que llevan en disolución, y que es tanto más racional, cuanto que la naturaleza y proporciones de dichas sustancias determinan en primer término los efectos terapéuticos de las aguas.

Las sustancias disueltas en las aguas minerales son gases y materias minerales sólidas. Entre los gases desempeña el papel más importante el *ácido carbónico*, ó sea el que vemos desprenderse á través del líquido, al destapar una

botella de Champagne, agua gaseosa ó cerveza, y al cual deben todas las bebidas espumosas el picante especial que nos agrada. Después del ácido carbónico mencionaremos el *hidrógeno sulfurado*, de olor tan desagradable, que se forma, entre otros, por la descomposición de los huevos y otras materias que contienen azufre. Además se encuentran en las aguas minerales el *oxígeno* y el *ázoe*, los dos componentes del aire atmosférico, y también el llamado gas de los pantanos, ó *methan*, que es un hidrógeno carbonado que suele desarrollarse en los pantanos y las capas de hulla.

Las materias minerales sólidas que contienen en disolución las aguas de que tratamos, son de las sustancias que en química se comprenden bajo la denominación de sales, en el sentido más lato de la palabra; esto es, combinaciones de diferentes ácidos con los óxidos de los metales. Entre ellas, las que se presentan en mayor abundancia y tienen más importancia por sus propiedades medicinales, son las combinaciones del ácido carbónico, esto es, los *carbonatos*, cuya mayoría son por sí insolubles en agua; pero en el mero hecho de asimilarse parte del ácido carbónico libre que contiene el agua, se convierten en *sales bicarbonatadas*, que son solubles. De semejantes bicarbonatos merecen mencionarse los de los *álcalis* (potasa y sosa), el de *magnesia* y de *cal*, así como los de los *protóxidos de hierro* y *manganeso*. Además se encuentran con frecuencia en dichas aguas diversos *sulfatos*, ó combinaciones de sosa, potasa, magnesia, hierro, cal, barita, estronciana y manganeso con ácido sulfúrico, á los cuales hay que agregar las combinaciones del ácido muriático, es decir, los *cloruros*, como el cloruro de sodio, ó sal común, y los cloruros de potasio, magnesio, calcio, amonio, litio, hierro y manganeso; las del ácido fosfórico, que constituyen los *fosfatos* de sosa, potasa, protóxido de hierro, etc.; las del ácido nítrico ó *nitratos* de dichos metales, del ácido silíceo ó *silicatos*, y las sales del ácido arsénico, ó *arseniatos*. Desempeñan asimismo un papel importante las combinaciones de ciertos metales con el azufre, esto es, los *sulfuros* de potasio, sodio, calcio y magnesio, encontrándose también en mínimas proporciones otros muchos metales como cobre, plomo, titanio, etc., y algunos elementos muy raros, como el rubidio y el cesio, cuya presencia sólo se puede averiguar por medio del análisis espectral. Por último, se presentan también diferentes sustancias orgánicas de propiedades químicas más ó menos características.

Mas no se crea por esto que cada una de las aguas minerales de distinta procedencia contiene reunidas todas las sustancias referidas; pues no sólo suelen variar muchísimo las diferentes aguas respecto de su composición cualitativa, sino también respecto de la cuantitativa, esto es, de las proporciones de las diversas materias sueltas. Según que predomine una ú otra, adquieren las aguas propiedades determinadas, que se manifiestan, tanto en sus reacciones ante medios químicos, como por caracteres físicos, es decir, diferencias de color, olor y sabor, pero ante todo por sus diversos efectos medicinales. Con arreglo, pues,

á lo expuesto podemos distinguir: las aguas aciduladas, las amargas, las saladas, las sulfuradas, las terrosas, las ferruginosas y las indiferentes.

I. *Aguas aciduladas.*—Se caracterizan por la gran proporción de ácido carbónico libre que contieneu, que no baja de 500 centímetros cúbicos por litro, y se eleva en la mayoría de los casos hasta 1.000 centímetros cúbicos, es decir, hasta el punto de saturación del agua. Las aguas aciduladas sencillas contienen

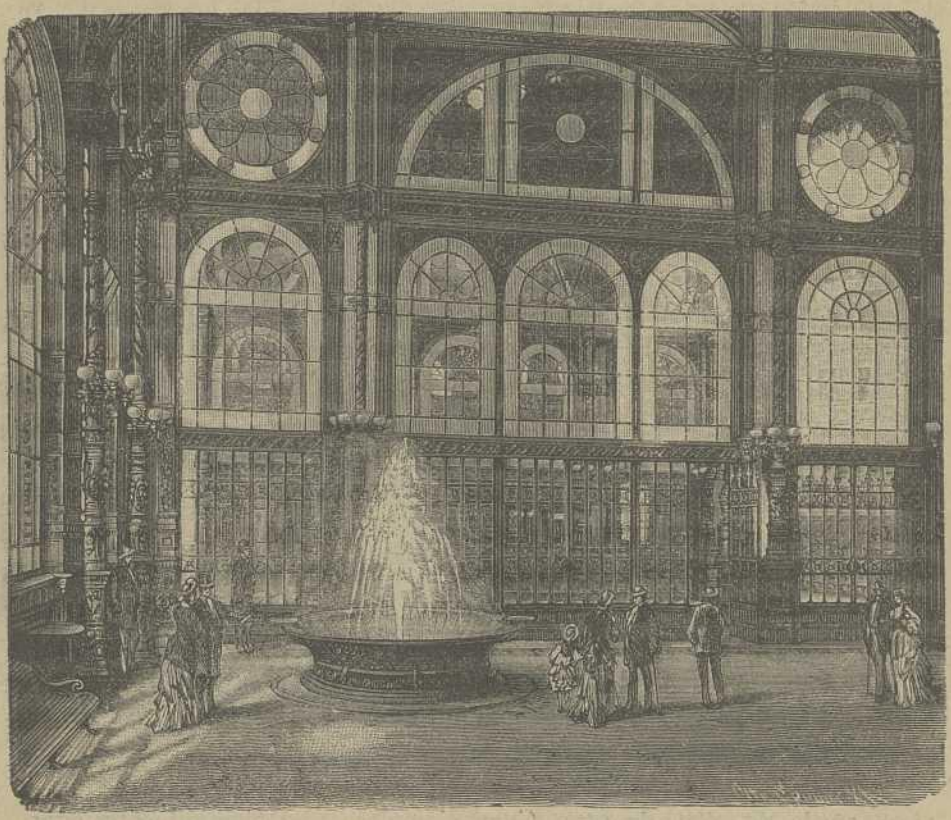


FIG. 381.—Fuente principal de Carlsbad (Bohemia).

además cantidades relativamente pequeñas de los bicarbonatos de sosa y cal, y de cloruro de sodio ó sal común, distinguiéndose por su temperatura baja. Las aguas aciduladas alcalinas, en cambio, son las que, al lado del ácido carbónico libre, contienen, como componente principal, el bicarbonato de sosa, y tienen, por lo mismo, el sabor particular que se llama alcalino, y es propio de las lejías ó líquidos que contienen potasa ó sosa. Entre las aguas alcalinas las hay frías como, por ejemplo, en Bilin (Bohemia), y calientes, como las tan célebres de Vichy (Francia). Llámanse alcalino-muriáticas las aguas aciduladas, como las de Ems y Selters, que contienen, además del bicarbonato de sosa, una cantidad no despreciable de sal común. Si á dicho bicarbonato se agrega el

sulfato de sosa, la fuente se dice alcalino-salina; las dos sales últimamente nombradas, y que van asociadas con frecuencia al bicarbonato de hierro, prestan á las aguas un gran valor terapéutico: las célebres de Marienbad y Franzenbad corresponden á esta categoría, y son frías, mientras que las fuentes tan renombradas de Carlsbad constituyen un ejemplo, único en su clase, de unas termas ó aguas calientes alcalino-salinas (fig. 381).

II. *Aguas amargas.*—El elemento mineral más importante de estas aguas es el sulfato de magnesia, que les presta su sabor amargo tan intenso, y que va



FIG. 382.—Baños de Kreuznach (Prusia).

acompañado de sulfato de sosa. Como ejemplos de semejantes fuentes citarmos las célebres de Friedrichshall, Kissingen, Seidschutz, Seidlitz y Hunyadi-Janos, en Alemania y Austria, cuyas aguas, embotelladas, se envían á todas partes del mundo.

III. *Aguas salinas.*—Este grupo comprende las aguas minerales, que contienen una proporción preponderante de cloruro de sodio ó sal común, que puede elevarse al 27 por 100, y que se distinguen en general de todas las demás aguas minerales por su gran contenido de materias sólidas. Poseen un sabor más ó menos salino, disimulado á veces por a presencia de ácido carbónico libre. Semejantes fuentes se conocen en gran número en Alemania y Austria, gozando de mucha fama por su contenido en yodo y bromo las de Kreuznach (figura 382), y las de Battaglia, cerca de Padua, célebres por una espaciosa

gruta ó caverna (fig. 383), en la que emanan de la tierra vapores de 47 grados de temperatura.

IV. *Aguas sulfurosas.*—Además de cloruro sódico, sulfato y bicarbonato de cal, contienen estas aguas azufre en cantidad preponderante, combinado químicamente con hidrógeno, ó bien en forma de los sulfuros de sodio, potasio y calcio, combinaciones cuyas propiedades medicinales son de mucho valor. Semejantes manantiales sulfurosos se encuentran en muchas partes, tanto fríos como calientes, pudiendo citarse entre estos últimos los de Aquisgrán,



FIG. 383.—Caverna de Battaglia (Italia).

Burtscheid, de Barèges y Saint-Sauveur, en los Pirineos, y los tan renombrados en España de Archena y Carratraca, siendo frío el de Gaviria.

V. *Aguas minerales térreas.* — Se distinguen por su contenido en las llamadas tierras alcalinas, como cal, estronciana y magnesia, de las que sólo tiene importancia la primera, hallándose disuelta en forma de bicarbonato ó de sulfato (yeso). También brotan estas aguas con temperaturas, ora bajas, ora relativamente elevadas.

VI. *Aguas ferruginosas.*—Son generalmente ricas en ácido carbónico libre; pero su elemento más importante es el hierro en forma, ora de bicarbonato, ya de sulfato; además contienen, en proporciones mayores ó menores, bicarbonato y sulfato de sosa, y también cloruro sódico, cuyas sustancias les prestan sabores de carácter alcalino, salino ó muriático. Las fuentes ferruginosas más renombradas son las de Alexisbad, Berka, Elster, Schwalbach, y Franzensbad, en Alema-

nia; Saint Moritz (fig. 384), en Suiza; de Spaa, en Bélgica, y de Bath, en Inglaterra; en España gozan de merecida fama las de Puertollano, Marmolejo y Villarta. Este grupo comprende además ciertas aguas procedentes de marjales turbosos, y á cuyo contenido en hierro, ácido carbónico é hidrógeno sulfurado, se agregan cantidades relativamente considerables de materias orgánicas azoadas, ácidos acético, fórmico y otros.

VII. *Aguas minerales indiferentes.*—En este grupo comprendemos las aguas minerales en que sólo se presentan las sustncias ya réferidas en can-



FIG. 384.—Baños de Saint-Moritz (Engadina).

tidades muy pequeñas, á veces en proporción tan mínima, que el agua es casi tan pura como si fuera destilada. Su acción medicinal se funda en su temperatura elevada y en su contenido en oxígeno y ázoe libres. Célebres son, desde este punto de vista, los manantiales de Teplitz y Johannisbad, en Bohemia; de Landeck (fig. 385), en Silesia, y de Schlangenbad, en Prusia, que tienen en nuestro país un equivalente tan renombrado en las fuentes azoadas de Panticosa.

Para no involucrar demasiado la relación sistemática que precede, nos hemos abstenido de pormenores relativos á las aguas minerales de España en especia- el limitado espacio de que disponemos, y el carácter general de nuestro libro, nos impide, en ésta como en otras muchas materias, extendernos demasiado; pero añadiremos que las aguas minero-medicinales de España son muy abundan-

tes, contándose más de 800 reconocidas; y aunque se utiliza empíricamente la mayoría, existen sobre 180 manantiales declarados de utilidad pública, en cuyos establecimientos balnearios se administran las aguas con dirección facultativa oficial en 120, habiendo 60, ó cerrados, ó con dirección facultativa interna ó particular. Hay que advertir que de diez años acá se han mejorado mucho estos establecimientos, entre los cuales se cuentan más de veinte con todas las comodidades y el *confort* que pueden apetecerse, y con las instalaciones y aparatos más completos y modernos para la aplicación de las aguas en todas las formas y á todos los órganos. La descripción ó pequeña Memoria ilustrada de cada uno de estos establecimientos nos llevaría más allá de nuestro propósito, si hubiéramos de ser imparciales y repartir por igual el trabajo, dando á cada uno lo que por su importancia merece; y como este estudio ha sido objeto de otras publicaciones nos limitamos á citar el nombre de los principales, con la clasificación de sus aguas y provincias á que pertenecen. Tales son: la bicarbonatada cálcica de Alanje, en la provincia de Badajoz; la sulfurosa termal de Alceda, en Santander; la bicarbonatada cálcica de Alhama, en Granada; las salinas sulfuradas sulfato sódicas de Carabaña, en Madrid; la sulfatada cálcica de Alhama, de Murcia; la cloruro-sódica bicarbonatada de Alhama de Aragón; la salina termal de Alsasua y la sulfurosa sódica termal de Betelu, en Navarra; las sulfurosas frías de Alzola, Arechavaleta, Escoriaza y Gaviria, y la sulfhídrico-acidulo-yodurada de Cestona, en Guipuzcoa; la acidulosalina-azoada de Caldas



FIG. 385.—Baños de Landeck (Silesia).

de Besaya, y la sulfurosa fría de Liérganes, en Santander; la sulfurosa fría de Elorrio y la clorurada sódica de Zaldívar, en Vizcaya; la bicarbonatada sódica de Sobrón y la acídulo carbónica de Nanclares de la Oca, en Álava; la azoada-sulfuro-sódica de Panticosa, en Huesca; la sulfuro-cálcica de Paracuellos de Jiloca, en Zaragoza; la clorurada-sódica de Caldas de Montbuy, en Barcelona; la sulfuro-sódica termal de Ledesma, en Salamanca; la sulfatada-sódica de Loeches, en Madrid; la sulfatada-cálcica de Sacedón, en Guadalajara; la bicarbonatada de Segura, en Teruel; la sulfurada-cálcica de Salinetas de Novelda, en Alicante; la clorurada-sódica-sulfurosa de Archena, en Murcia; la ferruginosa-bicarbonatada de Puertollano, en Ciudad Real; la bicarbonatada sódica-ferruginosa de Marmolejo, en Jaén; la ferruginosa-bicarbonatada de Villarta, en Córdoba, y la sulfuroso-cálcica de Carratraca, en Málaga.

IMPORTANCIA TERAPÉUTICA DE LAS AGUAS MINERALES

Es muy difícil decir en qué consiste la acción medicinal de las aguas minerales, pues es desde luego resultado de varios factores, ora se apliquen dichas aguas exteriormente, ó sea en forma de baños, ora interiormente, ó sea en la de bebidas. Hay que considerar, en primer término, que el paciente que visita un establecimiento balneario se encuentra libre de las fatigas de su profesión y las molestias de la vida ordinaria, y que, por lo tanto, resulta para él un beneficio no despreciable, y á veces muy notorio, en el mero hecho del descanso que tal visita le proporciona; sobre todo si, á una atmósfera campestre ó montañosa más pura, templada ó fresca, se agregan las ventajas de una cocina sana y bien dirigida, y las comodidades y diversiones que constituyen un atractivo verdadero en muchos establecimientos balnearios, al menos en el extranjero (fig. 386).

Considérese luego que la temperatura del agua, ora sea fría, ora sea caliente, aplicada con regularidad y según disposiciones facultativas bien entendidas es capaz por sí sola de producir en el organismo efectos fisiológicos intensos. Pues como, según la teoría mecánica del calor, la esencia de éste consiste en oscilaciones de las partículas más pequeñas de los cuerpos, y como, por otra parte, la actividad vital del organismo, la circulación de la sangre, la disgestión, la acción nerviosa, etc., son procesos mecánicos ó de movimiento, se comprende fácilmente que, en general, un aumento de temperatura en el cuerpo redundará en una animación mayor, y una reducción de la misma en mayor sosiego, tendiendo ambas causas á restablecer las fuerzas normales.

Al lado de estas consideraciones generales hay que tener en cuenta la acción especial de las aguas minerales sobre el cuerpo enfermo; acción ó efecto que demuestra del modo más palmario la experiencia secular y las investigaciones

clínicas más profundas. La balneología, ó ciencia de las aguas medicinales, se dedica preferentemente á desentrañar esta relación entre causa y efecto; y si aún no ha conseguido levantar del todo el velo que cubre fenómenos tan íntimamente asociados á los procesos más recónditos del organismo humano, camina cada vez con más seguridad hacia dicho fin, en virtud de los notables progresos realizados en el terreno de la química fisiológica y de la patología interna. Algunos problemas ofrecen, al parecer, dificultades excepcionales, como, por ejemplo, la cuestión de saber en qué consiste que las diferencias más peque-



FIG. 386.—Balneario de Wiesbaden (Alemania).

ñas en la proporción en que se hallan mezcladas varias sustancias, son capaces de producir efectos muy diversos, y qué papel desempeñan en los efectos terapéuticos las dosis mínimas de las sustancias, comparables á veces á las de la homeopatía.

En los párrafos siguientes procuraremos dar cuenta sucinta del efecto fisiológico de las sustancias principales antes referidas, al menos hasta donde dicho efecto es susceptible, actualmente, de explicación segura ó probable.

Tenemos, en primer término, el componente principal de las aguas alcalinas, el *bicarbonato de sosa,* cuyos efectos se manifiestan en diferentes partes de nuestro organismo, ante todo en el estómago. El jugo gástrico, ó líquido que secreta la membrana mucosa del estómago, tiene, merced á la pepsina que encierra, la propiedad de transformar los componentes azoados de los alimen-

tos en sustancias protéicas ó albuminosas. Ahora bien; cuando, en virtud de procesos morbosos de fermentación, en los cuales los dos ácidos del estómago (el muriático y el láctico) se producen en cantidad excesiva, se disminuye ese poder transformador del jugo gástrico, puede restablecerse mediante una cantidad apropiada de bicarbonato de sosa, tal como se encuentra en dichas aguas alcalinas; pues la sosa se combina con los dos ácidos para formar cloruro de sodio y lactato de sosa, y desaparece, por lo tanto, la acidez. Introducido en la sangre, el bicarbonato de sosa ejerce una acción muy importante. La sangre tiene por misión transformar las materias albuminosas antes referidas en los dos grupos de la fibrina y de las sustancias coloidales y córneas, y de llevar éstas á los órganos correspondientes del cuerpo, para su debida nutrición, esto es, la fibrina á los músculos, y las sustancias coloidales y córneas á los huesos, cartílagos, tendones y piel. Dicha transformación sólo es posible cuando la sangre tiene una reacción alcalina, y cuando contiene una cantidad suficiente de oxígeno, que es propiamente el generador de las materias organizadas del cuerpo. Á ambos resultados contribuye el bicarbonato de sosa, pues aumenta naturalmente la alcalinidad de la sangre, y al mismo tiempo la actividad de los pulmones, es decir, del órgano que promueve la penetración del oxígeno del aire en la sangre. A esto hay que añadir que el agua que contiene sustancias alcalinas absorbe mucho más oxígeno que el agua pura, y que, por consiguiente, mediante el uso de agua que contiene sosa, la sangre recibe directamente, por la vía del estómago, una cantidad superior de dicho gas. Este aumento de oxígeno en la sangre promueve además, como es consiguiente, la segunda misión esencial de este líquido vital, ó sea la que consiste en atacar y convertir por combustión ú oxidación en ácido carbónico y úrea diversas materias resultantes de los procesos generales de nuestra economía orgánica, en especial las sustancias grasas y los hidratos de carbono procedentes de los alimentos.

El *sulfato de sosa*, ó sal de Glauber, obra en los vasos sanguíneos de un modo análogo que el bicarbonato referido; mas en su acción dentro de los órganos de la digestión, concurre la propiedad desecante de dicha sal, merced á la cual promueve el paso del agua de la sangre al canal intestinal, dando lugar, por lo tanto, y mediante una aceleración de la circulación de la sangre, á la sustitución más rápida de dicha agua eliminada, por el agua de los tejidos. Además, y merced á la excitación que produce, el sulfato de sosa activa los movimientos dichos peristálticos del intestino, y con ellos la eliminación de las partes de los alimentos que no han sido absorbidas. De parecido modo, aunque más enérgicamente, obra el *sulfato de magnesia* ó sal amarga, que es superior á todos los demás medios conocidos en su capacidad de activar la eliminación endosmótica del agua y al mismo tiempo la renovación de la grasa en los tejidos. De aquí la predilección por las aguas dichas amargas que tienen las personas cuyos órganos digestivos no funcionan normalmente, ora en virtud de enfermedad,

ora á consecuencia de una edad avanzada ó de una vida demasiado sedentaria.

El *cloruro de sodio*, ó sal común, aparte de su acción estimulante sobre los nervios del estómago, la secreción del jugo gástrico, y, por consiguiente, sobre el apetito también, es de primera importancia para la formación de la sangre. Consiste ésta en un líquido casi incoloro y en numerosos corpúsculos rojos é incoloros; la sal (y en esto se diferencia del sulfato de magnesia) es absorbida directamente por dicho líquido, constituyendo en él la principal de las materias sólidas disueltas que contiene (hasta el 58 por 100), y una condición para la existencia de aquellos corpúsculos, que de otra manera, es decir, en una disolución albuminosa pura, se descompondrían rápidamente. Además, la sal común toma parte en la transformación de las materias albuminosas y en la absorción del hierro por los corpúsculos de la sangre; pero ante todo, posee la capacidad de resolver el carbonato y el fosfato de potasa que toma nuestro organismo de los alimentos, convirtiendo dichas sales en cloruro de potasio y formando al mismo tiempo carbonato y fosfato de sosa. Y así como el cloruro de sodio es un componente principal del líquido de la sangre, el cloruro de potasio lo es á su vez de los corpúsculos, cuyo número, como se ha averiguado experimentalmente, aumenta con la cantidad de sal común absorbida. Merced á la circulación de la sangre, son llevados dichos dos cloruros á todas las partes del cuerpo, el de sodio principalmente á las células de los cartílagos, y el de potasio á los músculos; y, como dice el refrán alemán, «la sal y el pan enrojecen las mejillas.» Dada, pues, la alta importancia de la sal común para la formación de la sangre y sus productos, se comprende fácilmente el efecto terapéutico de las aguas salinas en la curación de las perturbaciones de la nutrición y de la formación de los huesos, la pobreza de la sangre, etc., ora sea que el agua se tome como bebida, ó se aplique exteriormente como baño, en cuyo caso entra la sal en la circulación á través de la piel. A este propósito diremos que, según una demostración experimental bastante fácil de hacer, la sal de dichos baños aumenta extraordinariamente la sensibilidad de las terminaciones de los nervios distribuídas en el cutis. En cuanto al *yoduro de potasio*, químicamente afín á la sal común, ejerce una acción específica en las hinchazones escrofulosas de las glándulas y respecto de otras enfermedades.

En cuanto á las aguas minerales terrosas, su importancia terapéutica se debe ante todo á su contenido en *cal*. Este mineral, que desempeña un gran papel en la naturaleza, constituyendo en muchas partes extensas cordilleras, determinando el crecimiento de muchas plantas y proporcionando á un sinnúmero de animales el material para la formación de sus conchas y caparazones, es también de inmenso valor en la constitución del organismo humano. El esqueleto del hombre, ó sean sus huesos, consiste casi en su mitad en cal, combinada en su mayor parte con ácido fosfórico, y en la restante con ácido carbónico; y así como el uso de oportunos preparados de cal es altamente beneficioso á los

niños raquíticos y escrofulosos, también lo es el de las aguas calizas contra las perturbaciones en la formación de los huesos, especialmente cuando se tiene cuidado, al propio tiempo, de mejorar las condiciones generales de la nutrición. Además, la cal ejerce, en otro sentido distinto, una influencia benéfica sobre nuestro organismo: cuando recordamos que el hecho de beber continuamente un agua dura, esto es, que contiene mucha cal, puede dar lugar al extreñimiento, deprimiendo la actividad secretora de la mucosa intestinal, se comprende que el empleo de semejantes aguas es en gran manera conveniente tratándose de perturbaciones morbosas de otras mucosas, como, por ejemplo, en ciertas afecciones inflamatorias de los pulmones, y en los catarros de la laringe y de la vejiga.

Mejor conocida que la acción terapéutica de la cal, es la del *hierro*, especialmente en la formación de la sangre. Los corpúsculos rojos de ésta, mencionados más arriba, se componen de una sustancia albuminosa y una materia colorante llamada *hematina*, que es una combinación del hierro con los elementos de todas las sustancias orgánicas, es decir, con carbono, hidrógeno, oxígeno y ázoe. De resultas de las sustancias alimenticias, fórmanse en los vasos linfáticos vecinos del estómago é intestino corpúsculos incoloros, que pasan á los vasos sanguíneos y se convierten allí en corpúsculos rojos, mediante la absorción de hierro y del oxígeno del aire procedente de los pulmones; y como, según lo dicho antes, estos corpúsculos rojos constituyen propiamente el vehículo de la vida, llevando, como llevan á todas partes del cuerpo, los materiales de construcción que necesita; y como quiera que aquella materia colorante es un componente integrante de los mismos, es claro que la producción ó el aumento de dicha materia equivale á fortalecer el organismo. Esto sucede, en realidad, con el uso de las aguas ferruginosas, cuyos efectos beneficiosos son conocidos y apreciados desde tiempo inmemorial en los estados de debilidad general, las enfermedades crónicas del sistema nervioso, etc. Lo que no se ha podido averiguar todavía es si el sulfato de hierro que contienen en muchas aguas es absorbido por la piel, y equivale en sus efectos á la misma sal ó al bicarbonato de hierro aplicados interiormente en forma de bebida.

La acción terapéutica del *azufre* de las aguas sulfurosas es doble. Dicho elemento puede obrar exterior y localmente sobre la piel, ó bien absorbido por el organismo mediante los pulmones (como hidrógeno sulfurado), el estómago ó la piel, su efecto se manifiesta en los cambios químicos que produce en la sangre; mas por patentes que hayan sido en tiempos anteriores, y continúen siendo, los efectos salutíferos de las aguas sulfurosas, especialmente las termales, en muchas enfermedades, y por más que dichos efectos deban atribuirse al azufre de semejantes aguas, el hecho es que la ciencia aún no ha podido explicarlos de un modo satisfactorio. Cabe la opinión de que la mayor parte de las enfermedades de la piel se deben á la producción y desarrollo de organismos microscópicos vegetales y animales (bacterios, bacillos), y que el azufre, combi-

nándose con el oxígeno que contienen dichos organismos, ó que necesitan para su desarrollo, pone coto á su acción perturbadora sobre los tejidos de la piel, é impide que se extiendan á la sangre. A este propósito recordamos el tratamiento de la difteria, antes tan en boga, que consistía en insuflar en la cavidad faríngea polvo de azufre, á fin de destruir los microrganismos que allí se presentan. También se puede opinar que en todos estos casos no es el azufre el que obra directamente, sino el ácido sulfuroso que resulta de su oxidación. Respecto de este gas, se ha averiguado experimentalmente que tiene la propiedad de combinarse con el oxígeno de otros cuerpos, reduciendo y aniquilándolos, al par que se transforma él mismo en ácido sulfúrico.

No cabe duda alguna de que el gas hidrógeno sulfurado, introducido en el cuerpo por la vía de los pulmones, obra enérgicamente sobre el organismo; sus efectos se manifiestan por una disminución en la frecuencia de los latidos del corazón, en vahidos y debilidad muscular, y pueden dar lugar á accidentes peligrosísimos. Sabido es que los efectos venenosos del aire de las alcantarillas y lo perjudicial de las aguas de ciertas fuentes, se deben á la presencia del hidrógeno sulfurado. Mas aquí del hecho, no menos comprobado, de que algunos venenos, administrados en pequeñas dosis, pueden ser altamente beneficiosos; tal sucede con las aguas sulfhídricas, si bien aún no podemos explicarnos satsisfactoriamente la virtud fisiológico-terapéutica del hidrógeno sulfurado, que se evidencia, al parecer, entre otros hechos, por un aumento en la producción de la bilis. Es posible que dicho gas (ó los sulfatos alcalinos disueltos), absorbido por la sangre mediante los pulmones ó el estómago, promueva la transformación regresiva de los corpúsculos de la sangre en los vasos del hígado, combinándose el azufre con el hierro que aquéllos contienen, y poniendo dicho humor en condiciones de poder absorber más rápidamente otras materias. De esta suerte es tal vez acertada la opinión que atribuye la marcada eficacia de las aguas sulfurosas termales en el reumatismo crónico, las inflamaciones articulares y los envenenamientos debidos á metales, á procesos enérgicos producidos en las vías de la sangre.

A los efectos específicos de las sustancias referidas agréguese el del *ácido carbónico*, gas que no sólo contribuye á disimular el sabor desagradable de las aguas alcalinas, ferruginosas y sulfurosas, haciéndolas más gratas al paladar, sino que ejerce también una influencia, ora excitante, ora tranquilizadora, sobre los nervios del estómago. Tanto en su aplicación interna como externa, compenetra todo el cuerpo, aumenta la actividad del corazón, aviva y refresca todo el sistema nervioso, y produce efectos que en determinadas circunstancias pueden terminar en una excitación rayana en la embriaguez, en virtud de afluir mayor cantidad de sangre al cerebro.

FORMACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUAS MINERALES

Después de exponer la composición y los efectos terapéuticos de las aguas minerales, réstanos decir á nuestros lectores cómo se explica su formación químico-geológica; pero al abordar esta cuestión debemos advertir que, aun cuando no nos impusiera límites la índole y extensión de este libro, habríamos de concretarnos á consideraciones generales, toda vez que nuestros conocimientos respecto del interior de la tierra están basados principalmente en hipótesis.

Sabemos todos que el agua de ríos y mares resulta evaporada en parte por el calor solar, convirtiéndose en vapor que se eleva en la atmósfera, se condensa en forma de nubes y cae sobre el planeta en la de lluvia y otros meteoros acuosos; sabemos que semejante agua penetra entonces en la tierra, y torna á aparecer en diversos puntos de la superficie, cargada con materias minerales y ácido carbónico, en forma de manantiales, para incorporarse luego nuevamente á los ríos y mares de donde procedió. Esto que decimos de los manantiales en general, es aplicable también á las fuentes de aguas minerales. Ahora bien; como estas aguas suben desde grandes profundidades, y muchas de ellas tienen una temperatura elevada, fuerza es suponer que el agua meteórica, después de atravesar las capaspermeables de la tierra, tropieza con rocas impermeables que tienen tal extensión é inclinación, que conducen el agua á esas profundidades desconocidas, en donde se calienta, merced á la temperatura excesiva que allí predomina, y de donde vuelve á ascender hacia la superficie. La fuerza que determina este ascenso debe buscarse principalmente en la presión que, según las leyes hidráulicas, ejercen las columnas de agua superiores, siendo indiferente para el caso si estas columnas se encuentran en posición vertical, ó si se hallan encerradas en los estratos impermeables, como en tubos inclinados y de gran extensión lateral. Otra causa del ascenso de dichas aguas consiste probablemente en la tensión del vapor acuoso subterráneo; pues como quiera que la temperatura de la tierra aumenta hacia su centro á razón de un grado centígrado, próximamente, por cada 30 metros de profundidad, es evidente que á los 3.000 metros debe reinar un calor igual al del punto de ebullición del agua, y que á los 12.000 metros la temperatura del agua debe elevarse á 400 grados, que es lo que se llama su «temperatura crítica,» es decir, la en que el agua no puede permanecer en su estado líquido, aun bajo la presión más fuerte; de modo que la enorme tensión del vapor que resultara vendría á aumentar el efecto de la presión hidrostática. También es presumible que las enormes cantidades de ácido carbónico que se desarrollan en el interior de la tierra, y cuya tensión aumenta también en razón del calor, promueven asimismo el ascenso de las aguas subterráneas.

En cuanto á la formación de dicho gas ácido carbónico, es indudable que

las cantidades que de él se encuentran en las aguas de nuestros manantiales comunes proceden de la descomposición de las capas de humus ó mantillo que cubren la tierra vegetal, siendo absorbidas á su paso por las aguas meteóricas. Pero no por esto hemos de atribuir la existencia del ácido carbónico en las aguas minerales á la descomposición de materias orgánicas depositadas en las profundidades de la tierra, pues en tal caso debiera presentarse la mayor abundancia de aguas aciduladas en los terrenos carboníferos, lo que dista mucho de ser verdad; en los extensos distritos hulleros de Aquisgrán y Saarbrücken, por ejemplo, semejantes aguas brillan precisamente por su ausencia completa. De aquí que sean más aceptables las hipótesis que atribuyen la formación del ácido carbónico en las entrañas de la tierra á la influencia directa del calor sobre las rocas, ó á las descomposiciones químicas de ciertos minerales. Así como en nuestras caleras el calor resuelve la piedra caliza (carbonato de cal) en ácido carbónico y cal, de análogo modo el calor interior de la tierra es muy capaz de expulsar dicho gas de los estratos de caliza y dolomia (carbonato de cal y magnesia) y otros carbonatos, y más especialmente con la cooperación del vapor de agua á una gran tensión. O bien (y esta explicación nos parece la más probable) el ácido silíceo y los silicatos alcalinos ácidos disueltos en las aguas subterráneas, operan la descomposición de los minerales ó rocas referidos, convirtiéndolos en sales silíceas ó silicatos, y dejando en libertad al ácido carbónico. En casos determinados, pueden ser causa otros procesos químicos de la producción del gas de que hablamos: por ejemplo, cuando la pirita de hierro (un sulfuro doble) se transforma, mediante la absorción de oxígeno, en caparrosa verde y ácido sulfúrico libre, y éste ataca á las rocas vecinas, libertando su ácido carbónico.

Al atravesar las aguas cargadas de ácido carbónico los estratos de roca superiores para llegar á la superficie, dan lugar á su paso á toda una serie de efectos y descomposiciones varias, cuya energía crece en la medida de la desintegración y porosidad de las rocas. Si, como es sabido, el agua pura á su temperatura crítica (400°) empieza á disolver el vidrio, que es un silicato de álcali y cal, ¿cuánto mayor no será su poder disolvente y descomponedor con la cooperación del ácido carbónico, una fuerte presión y una temperatura elevada? Es seguro que en tales condiciones deben tener lugar procesos á los que no podemos aplicar nuestras ideas ordinarias respecto á la acción química del agua. Las primeras en sufrir los efectos de semejantes procesos son las rocas cristalinas que contienen feldespato (que se compone de silicatos de alúmina y de los álcalis), tales como granito, gneis, sienita y basalto, cuyos silicatos de sosa y potasa se descomponen por la influencia de dichos agentes, dando lugar á la formación de carbonatos de sosa y potasa, los cuales se combinan entonces con una nueva porción de ácido carbónico, y de aquí los *bicarbonatos* de dichas sustancias, que constituyen los componentes principales de las aguas alcalinas. Las

aguas llamadas amargas se forman en las rocas que contienen magnesia, tales como la serpentina, clorita, esquisto talcoso, hornblenda y augita, y que, bajo la influencia de aguas que contienen en disolución yeso (sulfato de cal) y caparrosa verde (sulfato de hierro), se desprenden de su magnesia. De un modo análogo puede explicarse la formación del sulfato de sosa ó sal de Glauber.

Respecto de la formación de las aguas minerales salinas, es un hecho geológico que la sal común se encuentra en todas las capas de la tierra, pues no hay manantial que no contenga alguna cantidad, pequeña ó grande, de sustancia tan útil para el hombre. En un capítulo anterior de este tomo hemos referido que se encuentran enormes depósitos de sal gema en las formaciones triásicas y pérmicas de las vertientes septentrionales de los Alpes y del Norte de Alemania, y en semejantes depósitos está dispuesto el material para la formación de numerosos manantiales salinos.

Desempeñan un papel análogo los poderosos estratos calizos paleozóicos y mesozóicos, tanto en la formación carbonífera como en las triásicas, jurásicas y cretáceas, cuyo carbonato de cal se disuelve en las aguas ricas en ácido carbónico y es llevado á la superficie en forma de bicarbonato. También la formación del bicarbonato de hierro en las aguas ferruginosas puede atribuirse á la descomposición de minerales ferruginosos por medio del ácido carbónico, si bien debemos advertir que del mismo modo las sustancias orgánicas presentes pueden promover semejante descomposición.

Donde dichas sustancias desempeñan un papel importante es en la formación del hidrógeno sulfurado y de las combinaciones de azufre que constituyen el componente principal de las aguas sulfurosas. Las sustancias orgánicas que abundan, por ejemplo, en los esquistos ó pizarras bituminosos, tienden á descomponer los diferentes sulfatos que se encuentran disueltos en las aguas subterráneas; su carbono se combina con el oxígeno del ácido sulfúrico y de las bases combinadas con él, formando ácido carbónico, mientras que el azufre se une al hidrógeno de la materia orgánica, formando hidrógeno sulfurado, y con el metal alcalino de la base para formar un sulfuro *(hepar sulfuris)*. Esta formación del hidrógeno sulfurado, que puede imitarse en pequeño en el laboratorio, es tanto más verosímil, cuanto que todas las aguas sulfurosas naturales contienen una cantidad mayor ó menor de sustancias orgánicas, que suelen comprenderse bajo el nombre de *baregine*, por abundar más especialmente en la terma sulfurosa de Barèges, en Francia. Esto no impide, sin embargo, que el hidrógeno sulfurado pueda formarse en parte por la mera descomposición y reconstitución de materias minerales.

IMPORTANCIA INDUSTRIAL Y COMERCIAL DE LAS AGUAS MINERALES

Aun prescindiendo del gasto que supone en ciertos casos el alumbramiento de las aguas minerales, es decir, suponiendo que brotan abundante y naturalmente á la superficie, no es poco el capital que se necesita para montar un establecimiento balneario, con los edificios precisos para el cómodo alojamiento de los pacientes y las diferentes salas de fuentes, baños, duchas, pulverizaciones, inhalaciones, etc., provistas de los aparatos que reclama el tratamiento científico moderno, amén de los sitios de recreo, tan convenientes para amenizar semejantes establecimientos. Pero una vez conocida la virtud de las aguas, dichos gastos suelen resultar muy productivos; además prosperan directa ó indirectamente los habitantes de la localidad, merced á la afluencia de personas extrañas. A pesar de la importancia que por otra parte tienen los baños de mar, y en años recientes han adquirido los establecimientos ó sanatorios climatológicos, se observa que sigue en aumento la afluencia á los balnearios minerales de primer orden, hecho que se debe sin duda en cierto modo á las crecientes facilidades de locomoción ó transporte. Además, las aguas naturales de dichos establecimientos que se exportan en gran cantidad, no menos que las sales que se obtienen por su evaporación, constituyen en muchas partes importantes artículos de comercio.

En prueba de lo dicho, apuntamos á continuación el número de enfermos que han concurrido durante el año 1884 á los principales establecimientos balnearios de Alemania y Austria, así como la cantidad de agua exportada en botellas por los mismos.

BAÑOS	PACIENTES	BOTELLAS DE AGUA
Wiesbaden	82.254	?
Carlsbad	28.625	1,200.000
Ems	19.399	2.215.000
Marienbad	13.379	938.500
Kissingen	13.343	260.182
Teplitz	8.370	4.000
Franzenbad	7.755	450.000
Neuenahr	5.267	48.000
Relme	4.814	—
Langenschwalbach	4.210	150.000
Lippspringe	2.700	45.000
Salzbrunn	2.578	299.659
Warmbrunn	2.278	—
Soden am Taunus	2.400	85.000
Selters	—	3.567.000
Friedrichshall	—	1.000.000

Respecto de España, los datos que hemos podido adquirir de la última temporada oficial de 1888 arrojan para los establecimientos de Panticosa y de Urbe-

ruaga de Ubilla, que son los más concurridos, 1,709 enfermos el primero y 1.336 el segundo.

Visitaron, pues, dichos dieciséis establecimientos, en 1884, nada menos que 197.392 enfermos de diferentes países, y se expidieron 10.714.473 botellas de aguas minerales, cantidad que llega á los 14 millones, si se incluye la exportación desde otros baños menos importantes, y cuyo valor comercial puede calcularse en unos 12.500.000 pesetas. Además, en 1884, Carlsbad exportó 36.574 kilogramos de sales; Ems, 174.000 cajitas de pastillas y 1.900 frascos de sal, y Franzenbad, 300 quintales métricos de tierra salífera, y 27 de sal.

Ya que hablamos del envío de las aguas minerales, diremos algo de los cuidados que es preciso observar en su envase ó embotellamiento; tanto más, cuanto que suelen remitirse á las regiones más apartadas del globo, para el consumo de enfermos que no podrían hacer el viaje á los baños mismos.

Algunas sales ó combinaciones contenidas en las aguas minerales sufren ciertos cambios bajo la influencia del calor, y sobre todo del aire, cambios que, andando el tiempo, pueden degenerar en una verdadera descomposición. En primer lugar, el aire en contacto con semejantes aguas acaba por eliminar de ellas su contenido en ácido carbónico; los ensayos de Liebig y otros químicos han demostrado que un volumen de aire es capaz de absorber 20 volúmenes de dicho contenido en gas. El ácido carbónico de dichas aguas mantiene disueltos los bicarbonatos de cal, magnesia y hierro, de modo que si se escapa, dichas sales tienden á convertirse en carbonatos simples; y como éstos son insolubles, se precipitan en forma sólida sobre el fondo ó las paredes de los envases. Al mismo tiempo parte del protóxido de hierro se transforma en peróxido, que se conoce por su color pardo rojizo. Las causas referidas producen cambios análogos en las aguas sulfurosas; el hidrógeno del hidrógeno sulfurado se combina con el oxígeno del aire para formar agua, mientras que el azufre libertado enturbia más ó menos el líquido y acaba por precipitarse. Por consiguiente, si un agua mineral ha de conservar su eficacia natural, es preciso, primero escoger para su transporte vasos perfectamente impermeables al aire, y segundo, cuidar, al tiempo de llenarlos, de que no se escape ácido carbónico alguno ni penetre la cantidad más mínima de aire.

Antes tenía lugar el envase de las aguas minerales sumergiendo simplemente las botellas de vidrio ó loza en el agua de las fuentes, y tapándolas al aire libre; de este modo primitivo no podía impedirse que, al tiempo de introducir las botellas en el agua, arrastrasen consigo cierta cantidad de aire, y también el que contenían las botellas vacías entraba necesariamente en contacto íntimo con el agua mineral, á la vez que al tiempo de taparlas quedaba una pequeña porción de aire encerrada entre el agua y el corcho. El resultado era que, al cabo de algún tiempo, el análisis químico revelaba una descomposición más ó menos avanzada de las aguas minerales así envasadas, desapareciendo en las aguas

ferruginosas, por ejemplo, hasta el último indicio del protóxido de hierro.

Pero hoy los procedimientos se han perfeccionado, llenándose las botellas por medio de tubos que bajan hasta el fondo, de modo que el agua desaloja gradualmente desde abajo arriba el aire contenido en ellas; ó bien, tratándose de aguas ricas en ácido carbónico, el envase tiene lugar con arreglo al procedimiento siguiente, ideado por el célebre químico Fresenius. En el fondo del depósito en que desembocan las aguas del manantial, y sobre el agujero ó abertura correspondiente, se coloca, boca abajo, un pesado embudo de palastro de unos 30 centímetros de diámetro mayor, de modo que su punta ó boca menor quede sumergida á unos diez centímetros debajo de la superficie constante del agua en el depósito; entonces se llena una botella de agua de la manera ordinaria, y sumergiéndola en el depósito se invierte bajo el agua y se coloca invertida sobre la punta del embudo, en cuya posición se deja hasta que el ácido carbónico ascendente ha desalojado toda el agua que contenía; entonces la botella llena de gas se vuelve boca arriba, debajo del agua, y se deja llenar con ésta. Para taparla se procede lo más rápidamente posible, desalojando primero una pequeña porción de agua en su cuello, mediante una cuña de madera, introduciendo inmediatamente en la boca el extremo de un tubo de cautchuc que comunica con un aparato en el que se desarrolla ácido carbónico, y mientras el gas entra en la botella se introduce el corcho, apretándolo con un embotellador mecánico, y cubriéndolo, por último, con una cápsula metálica, que completa el cierre hermético. De esta manera se evita toda posibilidad de que pueda penetrar el aire.

En la fabricación de aguas minerales artificiales, que también constituye en algunas partes un ramo de la industria, y obedeciendo al hecho de que las aguas naturales se hallan rara vez completamente libres de materias orgánicas, se añade, con ventaja para la conservación de aquéllas, pequeñas cantidades de semejantes materias, en forma de ácido cítrico, tartrato de potasa, etc. La proposición de hacer una cosa análoga al embotellar las aguas naturales, echándoles un poquito de azúcar, por ejemplo, á fin de aumentar su durabilidad, no ha hallado aceptación, pues semejante aditamento resulta innecesario cuando se practica con las precauciones debidas el método de Fresenius, arriba descrito. Tratándose de manantiales que desarrollan poco ácido carbónico, como sucede, por ejemplo, con algunos sulfurosos, se desaloja el aire contenido en las botellas vacías por medio de ácido carbónico ó ázoe producidos artificialmente al efecto en un gasógeno, llenándose entonces por sumersión, de la manera ya indicada.

Aquí, y en rigor, debiéramos poner punto á este capítulo que, conforme el plan de nuestra obra, está dedicado á las aguas minerales naturales, poniendo remate á un tomo que trata exclusivamente de la Tierra y de sus primeros productos. Pero si en lógica cabe una excepción, juzgamos oportuno hacerla en este caso, refiriendo un invento de que tenemos noticia, y que, además de su verdadera importancia, tiene el raro mérito de ser español.

Saben nuestros lectores que la virtud de las célebres y renombradas aguas de Panticosa se debe principalmente al ázoe ó nitrógeno libre que contienen, y

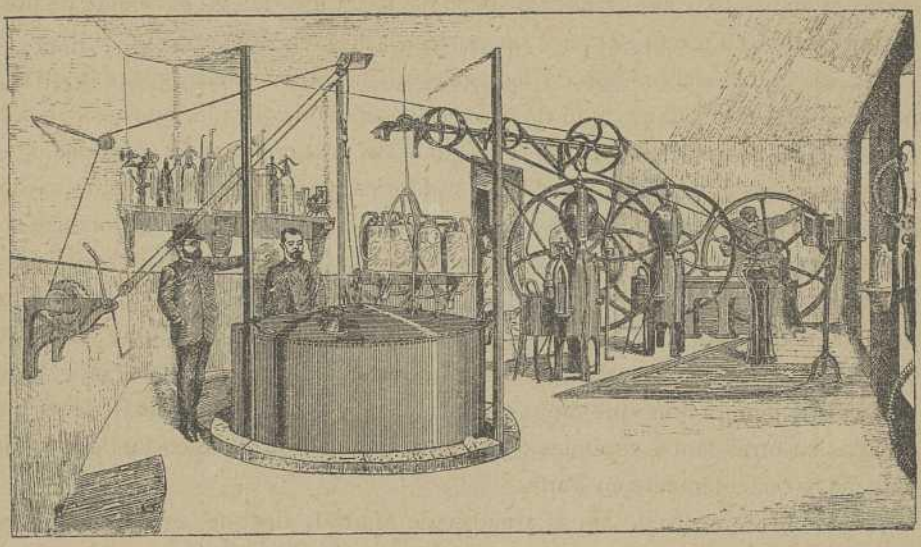


FIG 387 —Laboratorio. (Aguas azoadas artificiales.)

que alcanza en la fuente del Hígado, según el análisis del doctor Grande, más ventajoso aún que el del doctor Herrera, un máximum de 65 centímetros cúbi-

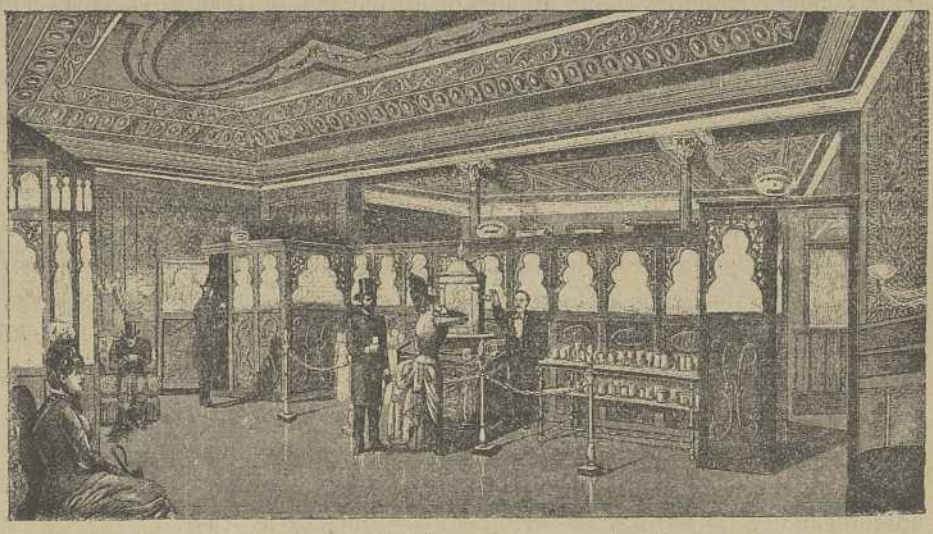


FIG. 388.— Fuente y salón de descanso. (Aguas azoadas artificiales.)

cos por 100 volúmenes de agua. Pues bien; la invención de que hablamos consiste en la producción artificial de semejantes aguas azoadas, con una cantidad de nitrógeno superior á la que tienen las aguas naturales, y con la ventaja de

que, siendo idénticos los efectos terapéuticos, pueden aquéllas ponerse al alcance de mayor número de enfermos de todas las clases sociales que, sin necesidad de los peligros que entraña el viaje á Panticosa para las personas delicadas, pueden cómodamente, y sin grandes dispendios, hacer uso de este excelente recurso durante todos los meses del año, sin esperar la llegada del verano.

La idea de la elaboración de las aguas artificialmente nitrogenadas corresponde al Sr. Avilés, fabricante de bebidas gaseosas de Sevilla, que concibió el proyecto de saturar el agua de nitrógeno del mismo modo y por análogos procedimientos á los que empleaba en su fábrica, para saturarla de ácido carbónico y hacer agua de Seltz; pero si la oportunidad del invento corresponde al señor Avilés, la honra y el mérito de la propagación del mismo y de su beneficiosa aplicación médica le toca íntegra al abogado y capitalista D. José Conejo Soumosiers, actual poseedor del privilegio de invención, quien con gran actividad y poderosa iniciativa ha generalizado tanto, en el breve período de cinco años, esta nueva medicación, que hoy existen diecisiete establecimientos de aguas azoadas en otras tantas capitales de España, habiéndose también fundado en la Habana, y recientemente en París.

El establecimiento de aguas azoadas de Madrid, de que es propietario el Sr. Conejo, puede considerarse como modelo entre los de su género, y está dotado de todos los adelantos de la ciencia moderna, siendo muy notable y digno de verse el laboratorio donde se satura el agua de nitrógeno, gas que obtienen por la combustión del fósforo; lo lavan luego hasta la mayor pureza química, y un gasógeno continuo, sistema Mondollot, se encarga de realizar la saturación del agua á la considerable presión de 18 atmósferas (fig. 387). Las salas de inhalación, pulverización, duchas vaginales, el salón de la fuente (fig. 388), y las demás dependencias del establecimiento corren parejas con el laboratorio. En el año 1888 concurrieron al establecimiento, según las últimas estadísticas publicadas, 4.049 enfermos, y se expendieron 5.665 sifones sólo para Madrid.

Remitiendo á aquellos de nuestros lectores que deseen profundizar más, á los interesantes y científicos trabajos que acerca de *La Medicación artificial nitrogenada* ha publicado el doctor D. Eloy Bejarano, director del Establecimiento de Madrid, ponemos término á este tomo con cierta satisfacción, puesto que, gracias al Sr. Conejo, hemos podido registrar un caso que tiende á desvirtuar el hecho, repetido hasta la desesperación de nuestro entusiasmo patrio, que á todos los descubrimientos científicos vayan constantemente aparejados nombres extranjeros, limitándonos en España á la pasiva situación de irlos aprendiendo en los libros y revistas que los publican.

FIN DEL TOMO TERCERO

ÍNDICE

PÁGINAS.

Introducción 7

PRODUCTOS DEL INTERIOR DE LA TIERRA

LAS ROCAS APROVECHABLES

Formación del globo terrestre 13
Formaciones geológicas 19
Importancia de las rocas 24
Herramientas y trabajos del cantero 26
Excavación mecánica de los grandes túneles 31
Las rocas útiles y su explotación ... 36

SONDEO Y POZOS ARTESIANOS

Formación de las rocas sedimentarias 63
Formación de manantiales 65
Sondeo 67
Pozos artesianos célebres 78

MINERÍA

Importancia de la minería 87
Noticias históricas 89
Metales nativos y minerales metalíferos 93
Formación y yacimiento de los minerales metalíferos 100
De la busca de los criaderos y de la manera de excavar 104
Laboreo de minas 110
Fortificación de las labores 118
Transporte y extracción 122
Bajada y subida de los operarios ... 129
Ventilación y alumbrado 131
Desagüe 133

PÁGINAS.

Levantamiento de planos 134
Distritos mineros y minas metalíferas célebres 135

LOS COMBUSTIBLES FÓSILES

Formación de turba, lignito, hulla y antracita 161
Explotación de los carbones fósiles. 174
Transporte y extracción 182
Ventilación y alumbrado 187
Incendios 195
Estadística 196
Petróleo, asfalto, etc 199

EXTRACCIÓN DE LAS SALES

La sal común 209
Distribución de la sal 211
Extracción de la sal marina 216
Extracción de la sal común de los manantiales salinos y de disoluciones subterráneas 220
Explotación de la sal gema 224
Bórax y ácido bórico 233

LAS PIEDRAS PRECIOSAS

Importancia, composición y modo de presentarse en la naturaleza 237
Diamante 241
Espinela 250
Zirconio.—Esmeralda.—Berilo 251
Topacio.—Turmalina.—Granate ... 253
Turquesa.—Ópalo 254
Cristal de roca, amatista, etc 255
Calcedonia y ágata 258
Adularia, labradorita 259

PÁGINAS.

Lapislázuli. —Malaquita.—Ambar ó succino 260
Labra de las piedras preciosas..... 262

PRODUCTOS DEL SUELO.—AGRICULTURA

Importancia de la agricultura..... 269
Desarrollo histórico de la agricultura..... 272
Origen y composición de la tierra laborable..... 279
Labranza de la tierra..... 290
Desecación de terrenos..... 292
Riego 297
Labranza..... 304
Instrumentos y máquinas agrícolas de labranza..... 307
Máquinas de sembrar y recolectar.. 325
Nutrición de las plantas.—Abonos.. 339

CULTIVO DE CAMPOS Y PRADOS

Dependencia de las plantas del suelo y del clima..... 353
Alternativa de cosechas..... 354
Cultivo de cereales 356
Cultivo de legumbres..... 364
Cultivo de tubérculos y de raíces... 365
Cultivo de plantas oleaginosas..... 368
Cultivo de plantas sacarinas..... 370
Cultivo de plantas textiles..... 371
Cultivo de plantas forrajeras..... 373
Cultivo de prados..... 376

HORTICULTURA, CULTIVO DE FRUTALES Y VITICULTURA

Horticultura y jardinería 379
Cultivo de frutales..... 389
Viticultura 402
Aclimatación de las plantas..... 413

ZOOTECNIA

Importancia de la zootecnia 417
Estadística..... 420
Zootecnia general..... 422
Enfermedades..... 426
Aclimatación de animales domésticos 427
Productos de la cría de animales... 430
Ganado caballar, asnal y mular.... 432
Ganado vacuno..... 440
Industria lechera..... 445

PÁGINAS.

Ganado lanar..... 450
Ganado cabrío..... 455
Ganado de cerda..... 456
Cría de las aves de corral..... 458
Agricultura..... 468

LA SELVA Y LA SELVICULTURA

Importancia de la selvicultura..... 467
Influencia de los bosques sobre las condiciones físicas del país 469
Influencia de la vegetación selvática sobre las condiciones higiénicas de una región..... 472
Composición y distribución de las selvas..... 473
Selvicultura..... 482
Repoblación de montes..... 484
Diversas clases de selvas..... 487
Enemigos de la selva..... 490
Corta de árboles..... 495
Elección y transporte de la madera. 499

PRODUCTOS DE LA SELVA

La madera: su formación, sus propiedades y su conservación 507
Elaboración de la madera..... 513
Leñas y carbones vegetales..... 517
Productos accesorios de las selvas.. 521
El corcho..... 522
Maderas exóticas..... 524

LA CAZA

Introducción..... 531
Apuntes históricos..... 534
La caza mayor..... 540
La caza menor 552
La caza en los países lejanos..... 559

EL AGUA Y SUS TESOROS
DESDE EL MANANTIAL AL MAR

El agua y su importancia..... 571
Manantiales, ríos y lagos..... 573
El mar y sus costas..... 574
Exploración científica del mar..... 579
Constitución química de las aguas del mar..... 588
Temperatura del mar..... 590
Corrientes marinas y aéreas..... 593

PÁGINAS.

LAS RIQUEZAS SUBMARINAS

Los tesoros del mar y su importancia 608
Ostras y ostricultura..... 609
Las perlas y el nácar..... 615
Pesca del coral..... 621
Pesca de la esponja..... 624
Recolección de las algas marinas... 626

PESCA Y CAZA DE MAR

Importancia de la pesca de mar.... 629
Práctica racional de la pesca..... 630
Pesca del arenque..... 635
Pesca de peces afines al arenque: alosa, esprato, sardina y boquerón ó anchoa..... 641
Pesca del bacalao..... 644
Pesca del pescado fresco..... 649
Los cetáceos y su pesca..... 654
Caza de la foca y de la morsa..... 667
Pesca de crustáceos: jibia, calamar, tortugas de mar, etc. 671
Caza de aves marinas..... 674

PÁGINAS.

PESCA DE AGUA DULCE.—PISCICULTURA

Pesca de agua dulce: instrumentos y métodos..... 680
Pesca del salmón y de la trucha.... 684
Pesca del esturión..... 688
La anguila y el aprovechamiento de las albuferas..... 691
Piscicultura: conceptos generales.. 693
Piscicultura natural..... 695
Piscicultura artificial..... 698

LAS AGUAS MINERALES NATURALES

Introducción..... 709
Composición y clasificación de las aguas minerales..... 711
Importancia terapéutica de las aguas minerales..... 718
Formación de las fuentes de aguas minerales..... 724
Importancia industrial y comercial de las aguas minerales..... 727
Las aguas azoadas artificialmente.. 729

PLANTILLA PARA LA COLOCACIÓN DE LAS LÁMINAS

La lámina primera, que representa la cantera de mármol de Basajone, en el monte Altissimo (Carrara), debe colocarse frente á la página 50.

La lámina segunda, que representa el sondeo de un pozo artesiano, debe colocarse frente á la página 72.

La lámina tercera, que representa el laboreo de una mina, debe colocarse frente á la página 112.

La lámina cuarta, que representa la bajada de operarios en una hullera, debe colocarse frente á la página 131.

La lámina quinta, que representa el levantamiento de planos subterráneos, debe colocarse frente á la página 135.

La lámina sexta, que representa la perspectiva de la costa ó trabajos á cielo abierto en el criadero del Sur, en Riotinto, y muelle-embarcadero de la Compañía minera de Riotinto, en el puerto de Huelva, debe colocarse frente á la página 151.

La lámina séptima, que representa las minas de Somorrostro (Bilbao): plano inclinado núm. 1 del monte Cadegal, debe colocarse frente á la página 153.

La lámina octava, que representa la altillanura de Cerro de Paseo (Perú), debe colocarse frente á la página 154.

La lámina novena, que representa un paisaje ideal del período carbonífero, debe colocarse frente á la página 162.

La lámina diez, que representa la bajada de caballos en una mina hullera, debe colocarse frente á la página 182.

La lámina once, que representa la bajada de operarios en las salinas de Wieliczka, debe colocarse frente á la página 225.

La lámina doce, que representa el interior de las salinas de Wieliczka, debe colocarse frente á la página 227.

La lámina trece, que representa el transporte de diamantes en el Brasil, debe colocarse frente á la página 244.

La lámina catorce, que representa el gran invernáculo del Jardín de Aclimatación en París, debe colocarse frente á la página 365.

La lámina quince, que representa el ganado vacuno de la Gran Bretaña, debe colocarse frente á la página 419.

La lámina dieciséis, que representa el ganado vacuno suizo, en los Alpes, debe colocarse frente á la página 425.

La lámina diecisiete, que representa gallinas de diversas razas, debe colocarse frente á la página 459.

La lámina dieciocho, que representa la caza de un ciervo, según el cuadro de Albert Richter, debe colocarse frente á la página 543.

La lámina veinte, que representa la pesca de la ostra en la costa de Francia, debe colocarse frente á la página 613.

La lámina diecinueve, que representa la pesca de la esponja, debe colocarse frente á la página 625.

REULEAUX

LOS GRANDES INVENTOS

3

9760