9763

FONDO ANTIGUO

LOS GRANDES INVENTOS

TOMO SEXTO


JAMES WATT
ROBERT FULTON
JOS. MARIE JACQUARD
RICHARD ARKWRIGHT

R/45091

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 SEXTO



MINISTERIO DE CULTURA
BIBLIOTECA PÚBLICA
LEÓN

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 SEXTO



MADRID
GRAS Y COMPAÑÍA, EDITORES
Plaza de Santa Bárbara, núm. 2.
1890

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

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


ELABORACIÓN MÉCANICA DE LOS PRODUCTOS BRUTOS



CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINAS

Apuntes históricos: desarrollo de las máquinas, desde las herramientas más antiguas hasta la máquina de vapor.—Watt y sus contemporáneos.—Objetos de la construcción de máquinas.—Fomentadores de ella.—Materiales, métodos é instrumentos.—La fragua.—Tijeras y sacabocados mecánicos.—Construcción de calderas de vapor.—Herramientas mecánicas: tornos; máquinas de taladrar, cepillar, formar, avellanar ó fresar.—Transmisión de la fuerza.—Motores especiales para las pequeñas industrias: maquinitas hidráulicas de gas, de petróleo, aire calentado y vapor.

El rápido desarrollo de la construcción de máquinas, hasta constituir una industria independiente y de la mayor importancia, tuvo lugar después de la invención de la máquina de vapor, este motor universal que permite desarrollar, casi en todas partes, una fuerza mecánica del grado que se desea. Por lo mismo, Inglaterra, donde la máquina de vapor tomó primero una forma práctica, fué la cuna de la construcción de máquinas, y durante mucho tiempo tuvo esta industria el carácter de un monopolio inglés, hasta que, acrecentándose en otros países la actividad industrial y extendiéndose y multiplicándose las vías férreas, creáronse en diferentes puntos de nuestro continente importantes centros de dicha construcción, algunos de los cuales, como Seraing, en Bélgica, se

deben á la iniciativa de ingleses emprendedores, como el célebre *Cockerill*. Actualmente, la maquinaria es el medio indispensable para la producción de multitud de los artículos más necesarios, que se verifica con una perfección y una rapidez verdaderamente maravillosas. Semejante progreso se debe en lo esencial á la máquina de vapor, que de cincuenta años á esta parte viene dominando la situación; pero de hoy más parece ya dispuesta á disputarle el campo la máquina de gas del alumbrado, que aventaja á aquélla como utilizadora del calor; pues mientras que la máquina de vapor sólo convierte en efecto mecánico de 5 á 10 por 100 del calor desarrollado para su marcha, la de gas aprovecha el 16 por 100 próximamente. Se construyen ya máquinas de gas hasta de la fuerza de cien caballos; y si bien fuera todavía prematuro decidir acerca del valor práctico de motores tan poderosos, comparados con los de vapor de igual efecto, puede afirmarse desde luego que para el desarrollo de fuerzas menores, la máquina de gas es superior á la de vapor.



Fig. 1.ª—Molinillo de los esquimales para hacer fuego.

La invención de la máquina se pierde en la oscuridad de los tiempos, aunque es seguramente posterior á la de la herramienta. La piedra suelta, el palo arrancado del árbol, pueden servir, en manos del hombre, como medios creadores ó destructores, según los casos, y por su participación directa en el movimiento del brazo que las maneja, semejantes herramientas vienen á constituir, en cierto modo, parte de este miembro. En cambio, la máquina es un artefacto más ó menos ingenioso y complejo, mediante el cual, y según la disposición de sus partes, se pueden producir movimientos más ó menos compuestos. Las ruedas hidráulica y aérea son antiquísimas, como lo es también el molinillo, que tal vez se empleara primero para producir el fuego, haciéndolo girar entre ambas manos, mediante un rápido movimiento de vaivén de las mismas, ó bien con una cuerdecilla, como hacen todavía los esquimales (fig. 1.ª): el palito vertical, en torno del cual se arrolla la cuerda, y que hace girar la mujer sentada en nuestro grabado, tirando alternativamente de los dos cabos, le oprime un hombre entre dos tablitas horizontales; de modo que el rozamiento de la punta inferior genera, al cabo de algunos minutos, un calor suficiente para encender el musgo seco, que se coloca al efecto en torno de dicha punta.

Los hallazgos hechos en antiquísimas ruinas demuestran que en tiempos prehistóricos se empleaban ya artefactos semejantes para taladrar madera, hueso, cuerno y hasta la piedra más dura, ó labrar en ellos adornos más ó menos apropiados, con la ayuda de arena y agua. En un libro reciente sobre las pirámides y los templos de Gizeh, Flinders Petrie, que tanto ha profundizado el estudio de los medios de construcción de los antiguos egipcios, ha aducido pruebas irrecusables del empleo, por éstos, de taladros, sierras y otras herramientas con puntas y cortes provistos de las piedras más duras, como el corundo, y acaso el diamante, para labrar el granito, el pórfido y el basalto. Muchos de los monolitos de aquellos monumentos, estatuas, sarcófagos, etc., llevan trazas de haber sido labrados por medio de una especie de cepillo mecánico que producía finas ranuras en la piedra; mientras que para vaciar los sarcófagos y taladrar aquellas rocas tan duras, los picapedreros egipcios empleaban, sin duda, taladros en forma de tubo, con el filo dentado como una sierra y armado de puntas de corundo ó piedra análoga. Petrie ha encontrado varios de los pequeños cilindros ó núcleos de piedra sacados por semejantes taladros tubulares, y en varios trozos de basalto, granito y diorita, halló las señales inequívocas de las sierras con que se cortaron, mientras que otros pedazos muestran trazas de haber sido labrados por medio de un torno. Se ha intentado imitar las señales de tan antiguas herramientas, y únicamente se ha podido conseguirlo con la ayuda de puntas de diamante ó corundo.

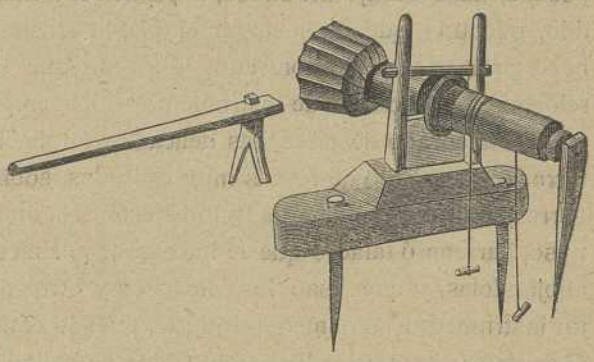


FIG 2.ª—Torno de los calmucos.

Tal vez una de las formas más antiguas del torno es la que emplean todavía los calmucos de la Mongolia, y reproducimos en la fig. 2. Consiste no más que en un árbol, relativamente grueso, de madera, en posición horizontal entre dos soportes que se clavan directamente en el suelo, y en cuya extremidad libre se fija la pieza de madera que se trata de tornear; el torneador apoya su herramienta cortante sobre el banquillo que se ve en nuestro grabado, mientras que su ayudante hace girar el árbol por medio de una correa arrollada dos ó tres veces en torno del mismo, tirando alternativamente de los dos cabos. Por tosco que sea semejante aparato, los calmucos logran producir con él vasos de madera muy bonitos. Más sencillo aún es el torno que se emplea todavía en Egipto y data de tiempos muy remotos, pues lo constituye la misma pieza de madera que se trata de tornear, sujeta por los extremos entre

dos puntas de hierro, fijas en dos maderos clavados en tierra, y que se hace girar alternativamente en un sentido y en otro, mediante un ligero arco, cuya cuerda se arrolla una vez en su torno; el tornero maneja dicho arco con la mano izquierda, mientras que con la derecha guía la herramienta cortante contra la pieza, apoyándola sobre un banquillo que sujeta con un pie.

Otro torno bastante primitivo, aunque no tanto como los referidos, y cuyo movimiento obedece también al principio del molinillo, se halla todavía en uso en algunos rincones de Europa, especialmente en Italia y España: en el árbol del torno, ó bien en la misma pieza que se trata de tornear, se arrolla una cuerda, uno de cuyos cabos se ata á la cuerda de un arco, ó á la extremidad de un palo elástico, sujeto al techo del taller, mientras que el otro se fija á un pedal situado debajo del banco; al pisarlo el torneador, gira la pieza en un sentido, mientras que, al levantar el pie, la tensión del arco ó palo del techo la hace girar en sentido contrario, lo mismo que sucede con el molinillo. Los relojeros y fabricantes de instrumentos finos emplean todavía, para el torneado ó el taladrado de piececitas delicadas, un ligero arco con cuerda de guitarra, ó un tornillo de roscas muy estiradas, sobre el que se desliza la hembra correspondiente, y nuestros lectores están sin duda familiarizados con el parahuso, barrena ó taladro que se hace girar por medio de dos correítas, tirando y aflojándolas, y que usan los cerrajeros y otros artífices. El taladro de arco es un instrumento sumamente antiguo, pues lo empleaban ya los egipcios 1500 años antes de nuestra Era, y en China se halla en uso desde tiempo inmemorial; según los descubrimientos recientes en terreno prehistórico, es muy probable que también lo usaran los pueblos primitivos de América.

El hilado es una aplicación muy importante del movimiento rotatorio, que debe haber conducido muy pronto á la invención de máquinas de rotación continua en un mismo sentido. En un principio, se verificaba aquella operación torciendo fibras vegetales con las manos; pero ya en la época prehistórica de la piedra empleábase para hilar el huso de mano, que se funda en el principio mecánico de que un movimiento de rotación ya iniciado se sostiene algún tiempo en virtud de la fuerza de inercia de una masa. También es antiquísimo y estrechamente relacionado con el hilado, el arte de la cordelería, en el que los egipcios emplearon desde tiempos remotos tornos de construcción especial. La conversión de los hilados en tejidos se practicaba ya por los habitantes de los palafitos europeos, esto es, en tiempos prehistóricos, por medio de telares sencillos, que no pueden considerarse como máquinas, toda vez que el trabajo se verificaba de un modo análogo al de la obra de encaje con bolillos.

Un artefacto muy antiguo, basado en la aplicación de la palanca, es la *picota* ó *cuppilay* de los indios (fig. 3.ª), destinada á sacar agua de un pozo: consiste esencialmente en un palo largo, sostenido en alto por su punto medio, en un extremo del cual se halla sujeta la cuerda en que se suspende la cuba,

mientras que el extremo opuesto tiene una piedra como contrapeso; doshombres, de pie sobre la palanca, hacen bajar la cuba en el pozo, inclinando el brazo correspondiente en virtud del peso de sus cuerpos, mientras que para elevarla llena de agua, se echan sobre el brazo contrario. En el Norte de Africa y en diferentes puntos de Europa se emplean artefactos análogos al mismo efecto, y los chinos se valen de igual principio mecánico para el sondeo con la cuerda de sus profundos pozos artesianos.

Las máquinas balísticas de los griegos y romanos, ó sean las ballestas y

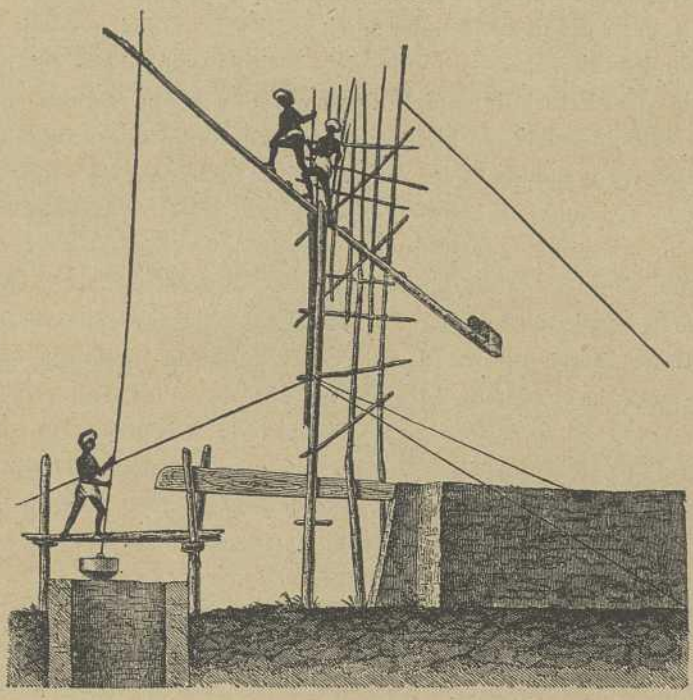


FIG. 3.ª—Aparato indio para elevar agua.

catapultas, nos ofrecen ejemplos del desarrollo mecánico del arco de tirar flechas, cuyo empleo se pierde en la noche de los tiempos; y el modo cómo se acumulaba ó almacenaba, digámoslo así, en ellas la fuerza destinada á lanzar los proyectiles, así como las disposiciones mecánicas para disparar y para guiar las piezas móviles de cuya acción dependía lo certero del tiro ó del golpe, revelan mucho ingenio y destreza por parte de sus constructores.

Entre las máquinas más antiguas debemos citar los molinos harineros, y tambien la bomba contra incendios goza de un remoto abolengo. El inventor de esta última fué el griego *Ktesibios*, que vivía por el año 250 antes de nuestra Era, bajo el emperador Augusto; y su contemporáneo el ingeniero militar Vitrubio nos da, en su libro *De Architectura*, la siguiente interesante descrip-

ción del invento: "Debo hablar ahora de la máquina de Ktesibios, que lanza el agua á gran altura. Es de cobre y consiste en dos cilindros que distan bastante uno de otro, y dos tubos que, partiendo lateralmente de los cilindros, se hallan en comunicación entre sí, puesto que penetran ambos en un recipiente de aire. Dentro de éste las bocas de los tubos se hallan provistas de válvulas, que impiden el retroceso del agua, que penetra en el recipiente en virtud de la presión del aire. En su parte superior tiene dicho recipiente una tapa en forma de embudo invertido, que ajusta muy bien y está sujeta por medio de un pasador ribeteado, á fin de que no salte con la presión del aire y del agua; y en medio de dicha tapa se eleva el tubo por el que sale el líquido. Los dos cilindros tienen en su fondo, debajo de la unión de los tubos laterales, una válvula que cierra la boca del tubo aspirador; y por su boca superior se introducen émbolos macizos, bien torneados y untados con aceite, los cuales, mediante dos varas unidas á los extremos de una palanca, bajan y suben repetidamente. Al subir un émbolo, aspira aire y agua por la válvula inferior, y al bajar los comprime, puesto que la válvula que se cierra les corta el paso, de modo que el agua, con ayuda de la fuerza expansiva del aire, pasa por el tubo lateral al recipiente. En éste resulta oprimido el aire contra la tapa; pero dilatándose de nuevo oprime á su vez el agua, de modo que es impelida á gran altura en la atmósfera, á través del tubo de salida. Así, pues, el agua es elevada desde un depósito situado debajo de la máquina, y lanzada al aire como el surtidor de una fuente.„ Vitrubio menciona además á Herón, discípulo de Ktesibios, como inventor del recipiente de aire; y de la relación que dejamos traducida, se desprende que los romanos de entonces no eran meros principiantes en la construcción de máquinas.

Plinio refiere que en la Caria, país que correspondía al antiguo reino persa, funcionaba ya, 350 años antes de nuestra Era, una sierra mecánica para cortar mármol, y que se empleó para aserrar los bloques y losas del célebre mausoleo que Artemisa levantó á la memoria de su esposo el rey Mausolo. Añade dicho escritor que aquellas antiguas sierras cortaban la piedra con ayuda de arena, como sucede aun con muchas de las que todavía empleamos con el mismo objeto. El uso del polispastos y de la prensa de tornillo data también de una época bastante remota; pues los antiguos egipcios y griegos empleaban el primero en la construcción de sus edificios, y la segunda hallaba aplicación antiguamente en el bataneo de paños.

Respecto de las máquinas que se mueven automáticamente, se cree haber hallado indicios de la existencia de relojes de ruedas en el siglo XI, y aun antes; pero su invención se halla todavía envuelta en el misterio. En cambio tenemos relaciones bastante amplias acerca de las máquinas de taladrar, movidas por ruedas hidráulicas, que se empleaban en el siglo XV para formar tubos conductores de aguas potables. Félix Falxi, por ejemplo, en su *Historia Sue-*

vorum, escrita hacia fines de dicho siglo, da cuenta de uno de esos aparatos que se hallaba en Ulma (Wurttemberg); y entre varios croquis mecánicos debidos al célebre pintor y técnico Leonardo da Vinci, se conserva el de una máquina de perforar, del género referido, que se debe, sin duda, á su propia inventiva, y que reproducimos en la fig. 4.ª Este dibujo responde enteramente á la descripción referida hecha por Falxi del aparato de Ulma, y demuestra que su disposición era práctica y relativamente perfecta. El árbol motor *a*, que transmite el movimiento de la rueda hidráulica, se halla sostenido entre dos sólidos

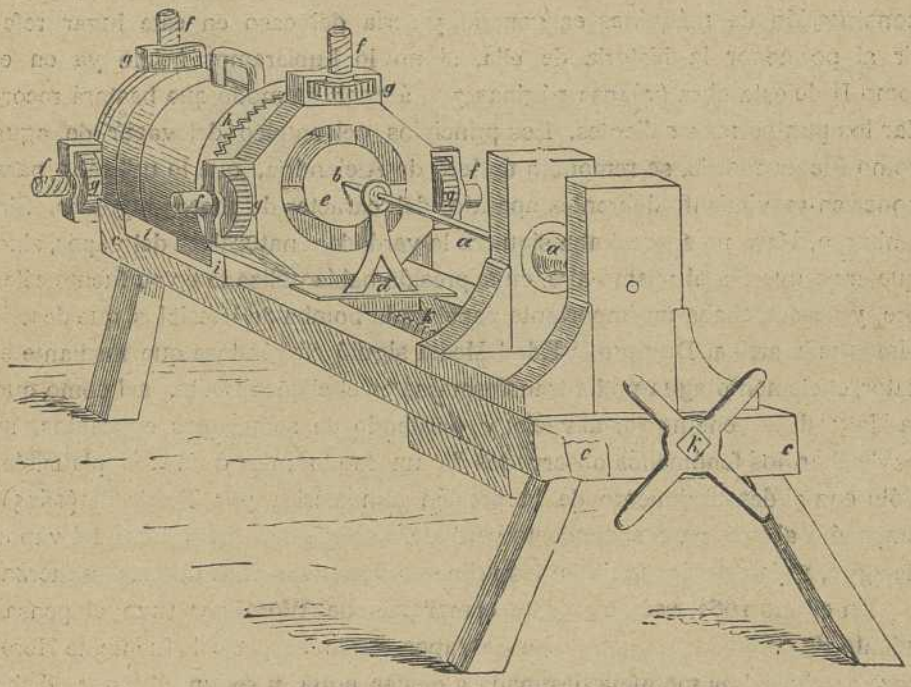


Fig. 4.ª—Máquina de taladrar, según un dibujo de Leonardo da Vinci.

soportes, y el taladro ó barrena *b*, fijo en uno de sus extremos, está guiado por el soporte *d*. El tronco *e*, objeto de la perforación, se sujeta en el centro de una especie de cilindro, por medio de dos series de fuertes tornillos, *ff*, cuyas tuercas, *gg*, pueden apretarse uniformemente, y todas á un tiempo, mediante unos aros dentados, *h*. Dicho cilindro descansa sobre un carro, *ii*, que puede deslizarse longitudinalmente sobre el banco *cc* por medio del tornillo central *k*. La construcción es ingeniosa, respondiendo bien al objeto, y demuestra que á fines del siglo XV no eran tan despreciables los conocimientos mecánicos. Entre los referidos diseños de Leonardo da Vinci se encuentra también uno de una máquina de picar limas, que tampoco carece de mérito.

Aunque por lo referido, y otros hechos que pudiéramos citar, es evidente que se conocían y empleaban hace tiempo diferentes máquinas, era, sin em-

bargo, muy limitado su uso; el ingenio de un Leonardo era todavía cosa rara, y poco provecho podía sacar el inventor de máquinas en tiempos en que aún no se hacía sentir su necesidad, y cuando los escasos medios de comunicación dificultaban sobremanera la propaganda. La construcción de máquinas, tal como la entendemos nosotros, no existió antes del tiempo de Watt, ó sea en el último tercio del siglo pasado; pues durante siglos el representante principal de la máquina fué el molino harinero, y su construcción estuvo encomendada á simples herreros y carpinteros.

La invención de la máquina de vapor fué de la mayor importancia para la construcción de máquinas en general, y sería del caso en este lugar referir al pormenor la historia de ella, si no lo hubiéramos hecho ya en el tomo II de esta obra (véanse páginas 779 á 799); de modo que bastará recordar los puntos más salientes. Los principios del empleo del vapor de agua como fuerza motriz, se remontan á Hero de Alejandría, que lo utilizaba para poner en movimiento diferentes aparatos del carácter de meros juguetes. Sin embargo, Hero no sospechaba siquiera la verdadera naturaleza del vapor, sino que creía que era el mismo aire, cuya presión había utilizado en su fuente célebre, y desempeñaba un importante papel en la bomba de Ktesibios, que describimos más arriba. Durante la Edad Media siguió creyéndose que mediante el calor, el elemento agua podía transformarse en el elemento aire, así como que la Naturaleza tiene horror al vacío; y partiendo de semejantes conceptos, se explicaban los fenómenos observados de un modo más ó menos plausible. Sólo con el descubrimiento de la presión atmosférica por Torricelli (1643), empezó á abrirse paso el concepto verdadero acerca de la naturaleza del vapor de agua, y de esta época datan las primeras tentativas para utitizar su fuerza.

En el año 1663, próximamente, el marqués de Worcester tuvo el pensamiento de combinar un generador de vapor con una especie de fuente de Hero, para producir una máquina destinada á elevar agua, y según algunos, dicho marqués llegó hasta construir su aparato y ponerlo en marcha. No parece sino que en aquel tiempo era ya corriente la idea de la posibilidad de elevar grandes cantidades de agua á alturas considerables por medio del vapor; pero la idea de utilizar la fuerza en cuestión como motora de máquinas, tomó, hacia fines del siglo XVII, una forma más precisa en la mente del profesor de Marburgo, *Dionisio Papin*. Hijo de un pastor protestante francés, y dedicado en un principio á la medicina, se ocupó luego con afán de matemáticas y física bajo la dirección de Huyghens, viéndose obligado, como buen calvinista, á abandonar su país al suspenderse el edicto de Nantes; pasó á Inglaterra, donde estuvo varios años en comunicación con el célebre físico Boyle, y desde allí vino por fin á Alemania, donde ocupó, desde 1687 á 1707, la cátedra de matemáticas en la Universidad de Marburgo. Aquí se ocupó Papin, con asiduidad, de la construcción de una máquina de vapor, instigado principalmente á lo que

parece, por el conde de Zinsendorf, que le había consultado respecto del mejor medio para desaguar unas minas que poseía en Bohemia. En una carta que todavía se conserva, le dice Papin al conde: "Como el vapor de agua producido por el fuego tiene la propiedad, lo mismo que el aire, de ejercer una fuerza elástica, y como por enfriamiento puede condensarse para volver á formar agua, de modo que no quede rastro siquiera de dicha fuerza elástica, creo yo que no ha de ser difícil construir máquinas en las que, mediante el fuego y sin grandes gastos, se podrá utilizar la fuerza del vapor de agua.„

En nuestro tomo II hemos relatado cómo el inglés *Savery*, aprovechando una Memoria escrita por Papin y los ensayos del marqués de Worcester, llegó á construir una máquina de vapor; cómo Papin, al tener conocimiento de ella, la perfeccionó y aplicó á la propulsión de pequeños botes; cómo *Neucomen* construyó su llamada máquina atmosférica, y cómo, al fin, salió la máquina de vapor completa de manos del inmortal *James Watt;* y en dicho tomo hallarán nuestros lectores varias ilustraciones interesantes referentes á dichos inventos, amén de pormenores que no es necesario repetir.

Un contemporáneo y compatriota de Watt fué *Arkwright*, el creador del hilado del algodón, merced á la construcción de la primera máquina de hilar realmente útil, á la que agregó después importantes máquinas secundarias. Siguióle *Hargreaves* con otra máquina de hilar, caracterizada por su sencillez, y ésta, á su vez, tuvo que ceder el puesto á la de *Compton*, con la que podían producirse hilos más finos y mejor torcidos. En tiempo de Compton, *John Lees*, de Manchester, perfeccionó la máquina de cardar, y pocos años después el digno pastor evangélico *Cartwight* inventó el telar mecánico.

Pero no progresaron solos los artes de hilar y de tejer, sino que en otras ramas industriales adelantó la construcción de máquinas en Inglaterra con una rapidez asombrosa. Recordamos á este propósito la invención de la máquina tipográfica, cuyo origen se remonta á un tal *William Nicholson*, inspector de escuelas, ingeniero civil y escritor, que en 1790 sacó privilegio por ella; aunque, como ya dijimos en el tomo I de esta obra, fué el alemán *Friedrich Koenig* quien sacó á flote tan importante invento unos veinte años más tarde. A fines del siglo pasado se montó también en la fábrica de Watt y Boulton el primer horno de cubilote para la fundición de hierro colado, con lo cual se prestó un señalado servicio á la construcción de máquinas; y luego apareció, en 1795, la prensa hidráulica inventada por *Bramah*, cuyas grandes ventajas en determinados casos no necesitamos ponderar. Dos años más tarde *Henry Mandslay*, el constructor de máquinas de vapor más importante después de Watt, ideó el primer torno mecánico de soportes, creando así un medio indispensable para el ajuste más exacto de la maquinaria; y del mismo año data la invención, debida á otro *Cartwright*, del émbolo de vapor con anillos metálicos, que con tanta ventaja vino á sustituir al émbolo primitivo con empa-

quetado de cáñamo. En prueba de que el espíritu inventor se despertó y desarrolló en Inglaterra mucho más temprano que en otros países, debemos citar el hecho de que ya en 1623 el Gobierno inglés juzgó oportuno conceder privilegios de invención y legislar sobre el particular; hecho que, por otra parte, contribuyó á excitar más la inventiva. En Francia no se promulgaron leyes semejantes hasta el año de 1791, cuando también se dieron en Baviera; los Estados Unidos las establecieron en 1793, y más tarde entraron en vigor en Austria y otros Estados alemanes.

A la historia de la máquina de vapor se asocia estrechamente la del buque de vapor y de la locomotora. Debe considerarse á Papin como el primer inventor del buque en cuestión, resultando de su correspondencia con Leibnitz, que en el año 1698 se ocupaba ya de la cuestión de hacer andar un bote por medio del vapor y una rueda de paletas; más tarde quiso recorrer, en semejante embarcación, los ríos Fulda, Werra y Weser, hasta Bremen; pero su barco fué destruído por unos navegantes mal intencionados de Munden. Desde entonces otros hombres de ingenio empezaron á ocuparse de tan importante problema, y suele atribuirse la invención del buque de vapor al norteamericano *Roberto Fulton*, que en 1803 verificó sobre el Sena, en París, ensayos satisfactorios, aunque no logró alcanzar el apoyo del Gobierno francés; pero, como el mismo Fulton confiesa en un escrito fechado en 1807, se le había anticipado en el invento el marqués *Claude de Jouffroy*, navegando con un bote de vapor sobre el Doubs, un afluente del Saone, en la parte occidental de Francia. El bote de Jouffroy tenía unos 46 metros de largo, cuatro y medio de ancho, y su carga pesaba 300 quintales; su máquina de vapor movía una rueda de paletas en cada lado, á razón de 24 á 27 revoluciones por minuto, haciéndole avanzar unos 12 kilómetros por hora. La Academia de Lyon nombró una Comisión para presenciar los ensayos, y en el acta que levantó se habla del asunto en términos lisonjeros. Sin embargo, á Fulton corresponde desde luego el mérito de haber inaugurado el primer servicio regular con buques de vapor; acontecimiento que tuvo lugar en 1807 sobre el río Hudson (Estados Unidos), y en los años siguientes se construyeron, bajo su dirección, hasta quince de dichos vapores.

La primera embarcación del género destinado á un servicio permanente en Europa, fué construída en 1812 por *Bell* para la navegación del río Clyde, en Escocia; en el año 1817 circuló el primer vapor sobre el Rhin; al año siguiente se lanzó uno sobre el Danubio, y á principios de 1819 se inauguró la navegación á vapor en el mar, entre Triest y Venecia. Pero en el mes de Mayo del mismo año un vapor norteamericano, llamado el *Savannah*, se atrevió á cruzar el Atlántico, pasando desde Nueva York á Liverpool en veintidós días; y de los inmensos progresos realizados desde entonces puede juzgarse sabiendo que actualmente los vapores transatlánticos más poderosos recorren

dicho trayecto en el breve espacio de seis á siete días. Respecto del perfeccionamiento de los buques de vapor por medio de la rueda de hélice en lugar de las de paletas, los primeros ensayos se remontan en Inglaterra á fines del siglo pasado; pero el problema fué resuelto en 1829 por el austriaco *Ressel*, en el puerto de Trieste.

La historia de la locomotora, ó sea la aplicación de la máquina de vapor al movimiento de carruajes, trae su origen del doctor *Robinson*, de Glasgow, amigo de Watt, al que comunicó su pensamiento el año 1759; pero como ya referimos en el segundo tomo de esta obra, el primero que llegó á construir un carruaje de vapor fué el ingeniero francés *Cugnot*, con la idea de aplicarlo, principalmente, al arrastre de cañones de artillería. Otros varios inventores trataron de resolver el problema, y el mismo Watt se ocupó de él en los años de 1772 á 1776; pero en Inglaterra se trató con especialidad de la construcción de locomotoras para el arrastre de los pequeños vagones empleados sobre los tranvías de las minas de hulla, arrastre en el cual venían empleándose caballos. En 1802, *Trevithick*, un mecánico de talento, sacó privilegio de invención de un carruaje de vapor movido por una máquina de alta presión, ideada también por él, y seis años más tarde, después de modificar y perfeccionar el invento, construyó cerca de Londres una pequeña vía férrea circular, sobre la cual hizo andar su máquina, invitando al público á tomar asiento en ella. Semejante "tío vivo,„ tan original, llamó grandemente la atención, y Trevithick esperaba resarcirse con él, en parte, de sus muchos gastos; pero, por desgracia, al cabo de algunas semanas la máquina descarriló y volcó, cayendo en descrédito, y su inventor murió después en la pobreza.

Respecto de la construcción de las primeras locomotoras, como las de *Blenkinsop* y de *Brunton* que hemos reproducido en el tomo II (véanse las figuras 558 y 559), habíase partido de la creencia errónea de que no podían avanzar las ruedas lisas del carruaje sobre carriles lisos, sin la ayuda de un mecanismo complementario; pero en 1812, un capataz de minas llamado *Hedley*, se persuadió de que la mera adhesión entre ruedas y carriles lisos debía bastar para el movimiento de avance, con tal de que la locomotora fuese bastante pesada, y sobre esta base construyó su primera máquina, la cual resultó defectuosa, por tener una caldera demasiado pequeña; mas en Mayo de 1813, Hedley puso en marcha una segunda locomotora con tan buen éxito, que se conservó en uso constante en la mina hasta 1862. Un año después de Hedley apareció sobre la escena *Jorge Stepheuson*, que se considera generalmente como el inventor de la locomotora, inaugurando su primera máquina en el tranvía de la mina de Killingworth, cerca de Newcastle (véase el tomo II, figura 561), y, por último, construyéronse bajo su dirección los primeros ferrocarriles públicos, ó sean el de Stocton-Darlington, en 1825, y el de Manchester-Liverpool, en 1829, cuya historia hallarán nuestros lectores en el tomo ya

referido. Desde entonces fuese generalizando el empleo de las locomotoras y las correspondientes vías férreas, al extremo de que actualmente, es decir, al cabo tan sólo de sesenta años, la red de ferrocarriles en los diferentes países del globo tiene un desarrollo de más de 400.000 kilómetros, en cuya construcción se han invertido unos ciento cinco mil millones de pesetas.

También la máquina de vapor, en general, se ha desarrollado de un modo extraordinario, alcanzando la mayor importancia como factor de nuestro progreso material, y miles de inventores han trabajado en su perfeccionamiento. Se ha tratado repetidamente de regularizar la distribución del vapor en el cilindro por medio de mecanismos ingeniosos y más ó menos complicados, olvidando en muchos casos que el aprovechamiento más económico del vapor en el cilindro depende en gran manera de la conservación de su calor, cuya pér-

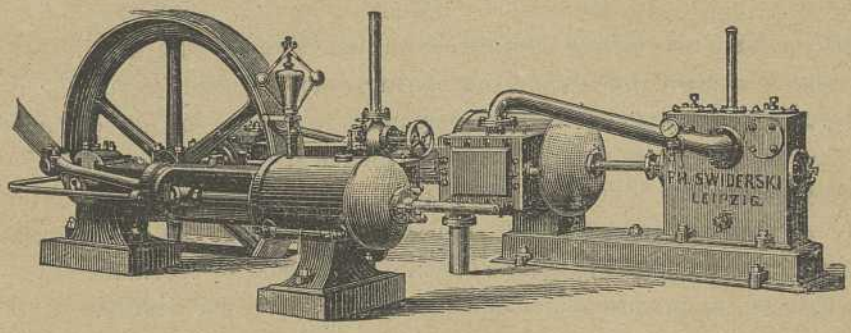


FIG. 5.ª—Máquina de vapor compuesta.

dida hacia el exterior es preciso evitar todo lo posible. Watt se había valido ya de la llamada camisa de vapor como medio de proteger sus cilindros contra el enfriamiento, pero más adelante se desconocieron las ventajas de este medio, porque no se tenía formado un concepto preciso de cómo trabaja el vapor.

El aprovechamiento de la fuerza expansiva del vapor representa un progreso muy notable en el terreno de que tratamos. El primero en realizar la idea, hasta cierto punto, fué el inglés *Hornblower*, que en 1781 construyó una máquina de dos cilindros, en el segundo de los cuales obraba por expansión el mismo vapor que acababa de obrar en el primero; esta máquina fué perfeccionada por *Woolf* en 1804, y más adelante se transformó en la llamada máquina compuesta (*compound*, fig. 5). En la de Woolf las dos cigüeñas del árbol motor están dispuestas en la misma dirección, ó bien una en dirección diametralmente opuesta á la otra, de modo que ambos émbolos se encuentren siempre á un tiempo en el extremo de su carrera; en la máquina compuesta, que se introdujo primero en la marina, dichas cigüeñas se hallan dispuestas en ángulo recto, una respecto de la otra (véase lámina I), con lo cual resulta el movimiento mucho más uniforme. Una máquina de vapor compuesta consiste esencialmente en un

cilindro relativamente pequeño, que recibe el vapor directamente de la caldera, y se llama, por lo mismo, cilindro de alta presión; y un cilindro de mayores dimensiones, llamado de baja presión, en el que el mismo vapor que ha surtido su efecto con poca expansión en el primer cilindro, tiene lugar de dilatarse más completamente, obrando sobre el émbolo en virtud de esta dilatación. Semejante máquina ofrece tales ventajas, que su empleo se ha extendido grandemente, tanto en los establecimientos industriales como en la marina, y empieza ya á introducirse su principio en la construcción de locomotoras; pues no sólo funciona con mayor regularidad que la máquina sencilla, sino que con ella se necesita mucho menos combustible para obtener un efecto mecánico determinado.

Esta economía es una de las pruebas más patentes del perfeccionamiento de la máquina de vapor desde los tiempos de Watt, pues para producir el mismo trabajo una máquina de este constructor gastaba diez veces más carbón que las compuestas que hoy se construyen; y, sin embargo, como ya indicamos al empezar este capítulo, la mejor máquina de vapor se halla todavía lejos de responder á lo que exige la ciencia respecto del aprovechamiento del calor, y lo que tanto fuera de desear al considerar que nuestros depósitos de hulla no son inagotables, y que de los mismos depende precisamente, en gran parte, la utilidad de la máquina en cuestión; para el desarrollo de los veinte millones de caballos de fuerza que representan las máquinas de vapor al presente en uso, se consumen unos cien millones de toneladas de hulla, ó sea la cuarta parte, próximamente, de la producción anual de este combustible.

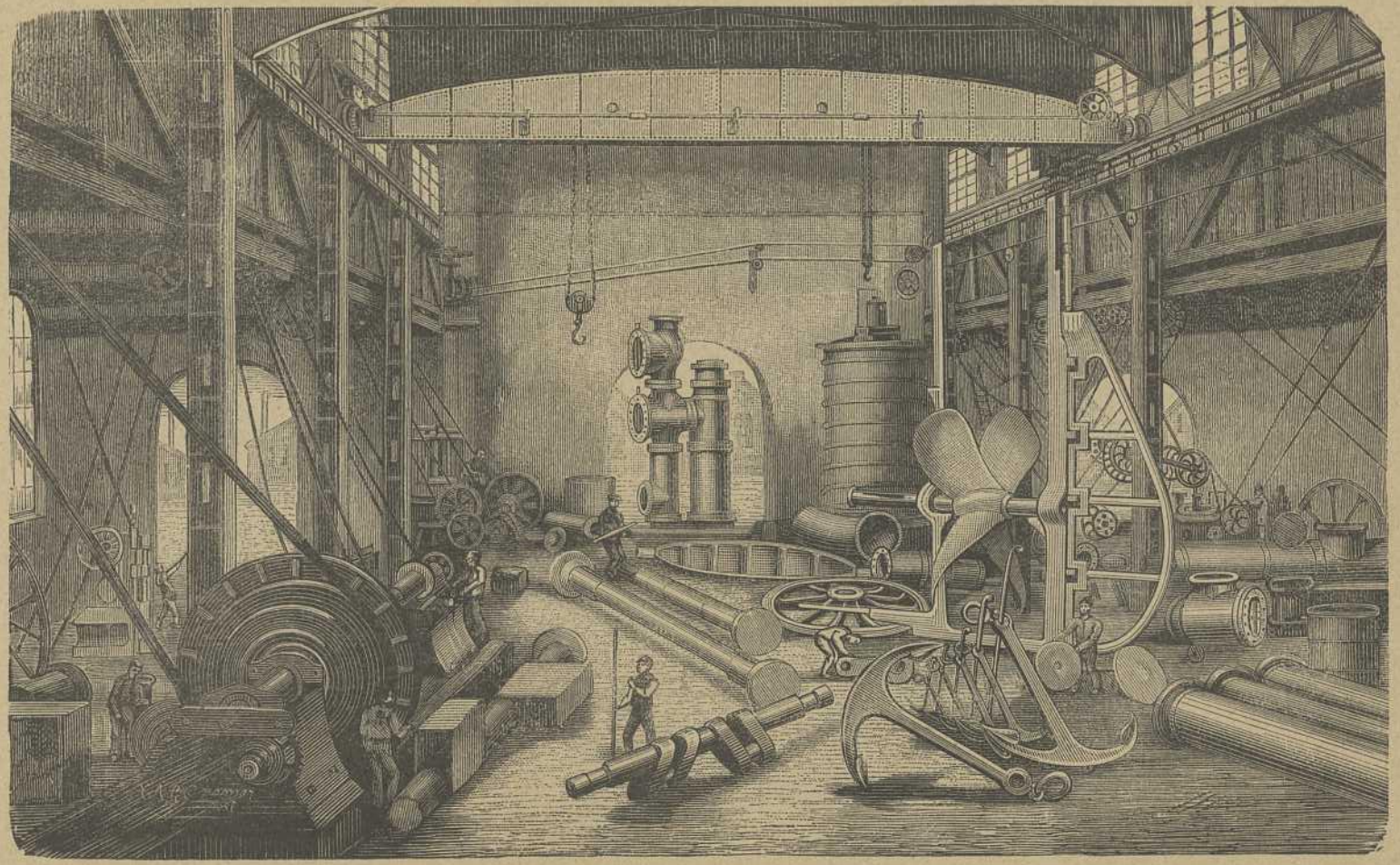
En cuanto al desarrollo de la máquina de vapor desde el punto de vista de sus dimensiones y la fuerza que está llamada á desarrollar, podemos citar la que construyó Corliss, en Providence (Estados Unidos), para la Exposición internacional de Filadelfia (1876), como una de las mayores y más poderosas destinadas á usos terrestres: alcanza una elevación de 12 metros y pesa 6.000 quintales métricos; sus dos cilindros verticales de alta presión tienen 1,06 metros de diámetro interior y una carrera de 3,04 metros, articulándose las varas de sus émbolos con balancines de hierro fundido de 8,25 metros de largo; el volante dentado que transmite la fuerza pesa 505 quintales métricos, y con sus veinte calderas verticales de acero la máquina puede desarrollar una fuerza de mil caballos. Aparte de sus colosales dimensiones, llamaba la atención en esta máquina de Corliss un mecanismo original para la distribución del vapor, que dió nombradía á su inventor; pero desde entonces han aparecido otros mecanismos que responden aún mejor al objeto. Las máquinas de vapor que hoy se construyen para los enormes buques acorazados de las marinas de guerra, así como para los grandes, pero ligeros vapores correos que cruzan los océanos, son mucho más poderosas que las terrestres, pues las hay de la fuerza de seis á siete mil caballos.

La fuerza colectiva de veinte millones de caballos, que mencionamos más arriba, y que corresponde próximamente á millón y medio de máquinas de vapor, sustituye el trabajo de 200 millones de hombres, por lo menos. Aquella legión de trabajadores de hierro y vapor ha cambiado por completo la faz de la industria colocando el invento de la máquina en cuestión á la altura del de la imprenta; pues así como éste da libertad al espíritu, aquél libra el cuerpo de un trabajo físico oneroso. Si los veinte millones de caballos de vapor de que se dispone hoy se hallaran igualmente repartidos entre los trabajadores de los diferentes países civilizados del globo, puede decirse que cada operario tendría á su lado un ayudante eficaz, dispuesto á librarle de las partes más rudas de su faena.

OBJETOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINAS

Si, como tuvimos ocasión de decir en la breve reseña histórica que precede, la construcción de máquinas estuvo reducida, en general, durante siglos, á la limitada esfera de los molinos harineros, el campo que hoy abraza, merced á la máquina de vapor, es tan vasto que sería difícil enumerar siquiera sus fines tan múltiples; tanto más, cuanto que con la rapidez vertiginosa con que se precipitan actualmente los acontecimientos, apenas transcurre día sin que la máquina esté llamada á tomar á su cargo un trabajo que se venía haciendo á mano, ó que, en vista de alguna idea nueva, se proceda desde luego á crear la maquinaria más á propósito para darle cuerpo. Todo se espera hoy de la máquina, empleándose ya para hacer cálculos, para componer con letras de molde en la imprenta, para taquigrafiar y hasta para barajar los naipes.

Pero si no cabe descender á tanto pormenor, incúmbenos al menos clasificar los diversos productos objeto de industria tan importante, y los dividiremos en primer lugar en dos grandes grupos: las máquinas motoras y las que llamaremos trabajadoras. Las del primer grupo tienen por objeto recoger, digámoslo así, cualquier efecto de fuerza mecánica, ante todo de las fuerzas elementales, como las de los saltos de agua, de las corrientes aéreas, del calor y también de la fuerza mecánica de hombres y animales, y convertirlo en un movimiento uniforme, circular ó de vaivén. Tales motores son las máquinas de vapor, de gas y las caloricas, así como las diferentes ruedas hidráulicas, inclusas las turbinas. Las máquinas trabajadoras, en cambio, tienen por misión transferir el efecto de la fuerza mecánica de los motores á los cuerpos de cuya elaboración se trata, y de ellas existe una inmensa variedad, susceptible de clasificarse á su vez en dos divisiones principales, ó sean: la de las máquinas de transporte, y la de las máquinas destinadas á cambiar la forma de los cuerpos.



Taller de construcción de máquinas de Haniel y Lueg, en Dusseldorf.

Según la naturaleza de los cuerpos objeto del transporte, las máquinas correspondientes, ó sean las de la primera división referida, constituyen tres clases distintas: 1.ª Máquinas para el transporte de cuerpos sólidos, como carros, gatos, tornos, grúas, etc. 2.ª Máquinas para transportar líquidos, como las diferentes clases de bomba, el tornillo de Arquímedes, la noria, las centrífugas, etc. Y 3.ª Las máquinas de viento y ventiladores destinados al transporte del aire y otros gases.

Las máquinas trabajadoras de la segunda división, ó sean las que producen un cambio en la forma de los cuerpos, son innumerables, pero cabe subdividirlas en: 1.ª Máquinas de desmenuzar ó triturar, como bocartes, cilindros trituradores, molinos de diferentes clases, despedazadoras, cortadoras, etc., que se emplean en las ramas más diversas de la industria. 2.ª Máquinas elaboradoras de los metales, como martinetes, laminadores, volantes de acuñar, máquinas de taladrar, cepillar, doblar, ribetear, de fresar, de hacer clavos, etc. 3.ª Máquinas elaboradoras de la madera, esto es, para aserrarla, cepillarla, tornearla, torcerla, etc. Y 4.ª Las máquinas manufactureras destinadas á la elaboración de la lana, el algodón, el papel, etc.

Para que el constructor de todas estas máquinas pueda ejercer su industria como corresponde, hace uso á su vez de máquinas especiales, correspondientes á las elaboradoras de metal y madera, que reciben el nombre genérico de herramientas mecánicas, y que, á impulso de algún motor de vapor ó hidráulico, tornean, cepillan, taladran, ribetean y ejecutan otros trabajos análogos con mucha mayor rapidez y precisión de lo que pudiera hacerse á mano. Sólo con la poderosa ayuda de semejantes herramientas les es dado á los constructores ejecutar con precisión y puntualidad los encargos que se les hacen; y la importancia de esta clase de máquinas reclama en este lugar un párrafo aparte.

Como ya dijimos, la construcción de máquinas se hallaba, en tiempos de Watt, en su infancia; en primer lugar, porque carecía de una base teórica racional, pero también porque sólo contaba con un número muy corto de herramientas mecánicas sumamente imperfectas. El primer mecánico que se dedicó á mejorarlas fué el inglés *Maudsley* (nacido en 1771 y muerto en 1831), que perfeccionó notablemente el torno, el auxiliar más importante del constructor de máquinas. No sólo ideó el torno de prisma, tan á propósito para trabajos finos, y así llamado porque su asiento consiste en una sola barra prismática de hierro, sobre la que se deslizan con gran exactitud las demás piezas, sino que inventó el carro del torno, ó sustentáculo de la herramienta de acero, un mecanismo indispensable para guiarla y mantenerla en la posición deseada. Otra máquina muy importante para la industria que nos ocupa es el taladro para metales, que en tiempos de Watt sólo se movía á mano y se prestaba únicamente para abrir agujeros pequeños; pero no tardó en caberle la misma

suerte que al torno, pues los ingleses lo perfeccionaron, dándole las formas más diversas con arreglo á los diferentes trabajos que estaba llamado á desempeñar. Lo propio sucedió con las demás herramientas mecánicas, de las que, así como de los tornos y taladros perfeccionados, nos ocuparemos detenidamente más adelante; pues antes de entrar de lleno en materia, queremos dedicar algunas páginas á varios hombres insignes que, ora en la práctica, ora por su capacidad como profesores y escritores, han contribuído poderosamente al fomento de la construcción de máquinas.

FOMENTADORES DE LA CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINAS

Entre los muchos ingleses á cuya inteligencia y energía debe la construcción de máquinas el sorprendente desarrollo que hoy registramos, debemos mencionar, en primer término, á *José Whitworth* (fig. 6.ª), nacido en 1805 y fundador y jefe de una de las fábricas más considerables de Manchester, y que debe considerarse como el padre de las herramientas mecánicas perfeccionadas, habiendo servido de modelo durante muchos años su construcción especial de las mismas. Pero además Whitworth ha alcanzado legítimo renombre como inventor de nuevos instrumentos de medir y aparatos de marcar, la introducción del trabajo con la mesa ó platina de igualar y el tratamiento de superficies de ajuste con el raspador. Todos estos inventos tienen por objeto la mayor precisión en la ejecución de las diferentes partes de una máquina, y son de importancia incalculable para los constructores, puesto que por su medio las diversas piezas hechas en diferentes fábricas, con arreglo al principio de la división del trabajo, ajustan luego perfectamente entre sí, sin necesidad de repasar. También inició Whitworth un progreso notable con la introducción de una escala sistemática para las terrajas, ó sean las herramientas con que se forma la rosca de tornillos y tuercas; pues con ello ha señalado el camino que deben seguir los fabricantes, no sólo de tornillos, sino de otras piezas de uso común, como soportes para ejes, ruedas dentadas, etc., si quieren que sus productos resulten de utilidad más general. Por último, el eminente mecánico de que hablamos contribuyó generosamente, en 1868, al fomento de la enseñanza técnica de su país, mediante la cuantiosa dotación de dos y medio millones de pesetas.

Otro inglés, cuyos servicios merecen un recuerdo en este lugar, es el ingeniero mecánico *Nasmyth*, nacido en 1808, el perfeccionador, cuando no precisamente el inventor, del martinete de vapor. A él debemos la invención de un laminador, una máquina de taladrar, una máquina de fresar, otra de picar limas y diferentes mejoras en las herramientas mecánicas, durante su activa dirección de una gran fábrica de Manchester. Pero el ejemplo más sorpren-

dente de genio y actividad industrial, especialmente en el terreno de la construcción de máquinas, nos lo ofrecen la vida y los hechos de *John Cockerill*, hijo de un mecánico de Harlington (Inglaterra), nacido en 1790, y que contribuyó de un modo tan notable al desarrollo de la industria en nuestro continente.

Sobre la modesta base de una fábrica de maquinaria fundada por su padre cerca de Lieja (Bélgica), Cockerill desarrolló desde 1816 el célebre establecimiento siderúrgico y de construcción de Seraing, que llegó á ocupar más de 2.500 operarios, pagando semanalmente más de 70.000 pesetas en jornales, elaborando también cada semana 80.000 toneladas de hierro, y contando con 22 motores de vapor, de la fuerza colectiva de 1.000 caballos; un establecimiento en que no se sabe qué admirar más, si su inmensidad ó el acierto revelado en toda su organización hasta en el menor detalle. Pero por grande y hermoso que fuese el éxito de Seraing, su fundador no se contentó con semejante prueba de su genio, sino que, además de tomar una parte activa en el establecimiento del Banco Nacional de Bélgica, montó en Lieja una gran fábrica de hilados de algodón, otra de estambre y otra de tejidos á máquina; en el departamento de los Ardennes, cerca de Namur, una fábrica de papel continuo y otra de tejidos de algodón; cerca de Charleroi, varios altos hornos; en Spá, una fábrica de cardar lana y una hilandería de algodón; en diferentes puntos de Bélgica, molinos harineros al vapor é hilanderías de lino; en Jemappes y Val-Saint-Lambert, fundiciones de hierro y fábricas de vidrio; en Aquisgran, Verviers, Val-Benoît, Decazeville y Bezêche, así como en San Petersburgo (Rusia), fábricas de construcción de máquinas; en Saint-Denis, una hilandería de estambre; en Verviers y Aquisgran, fábricas de tejidos de lana y de telas de algodón estampadas; en Stollberg, una fundición de cinc; en Kottbus, una fábrica de estambre; en Przedborz (Polonia), así como en Barcelona, fábricas de paños; en otros puntos de España fundiciones de hierro, y, por último, en Surinam (Guiana holan-



FIG. 6.ª—Whitworth.

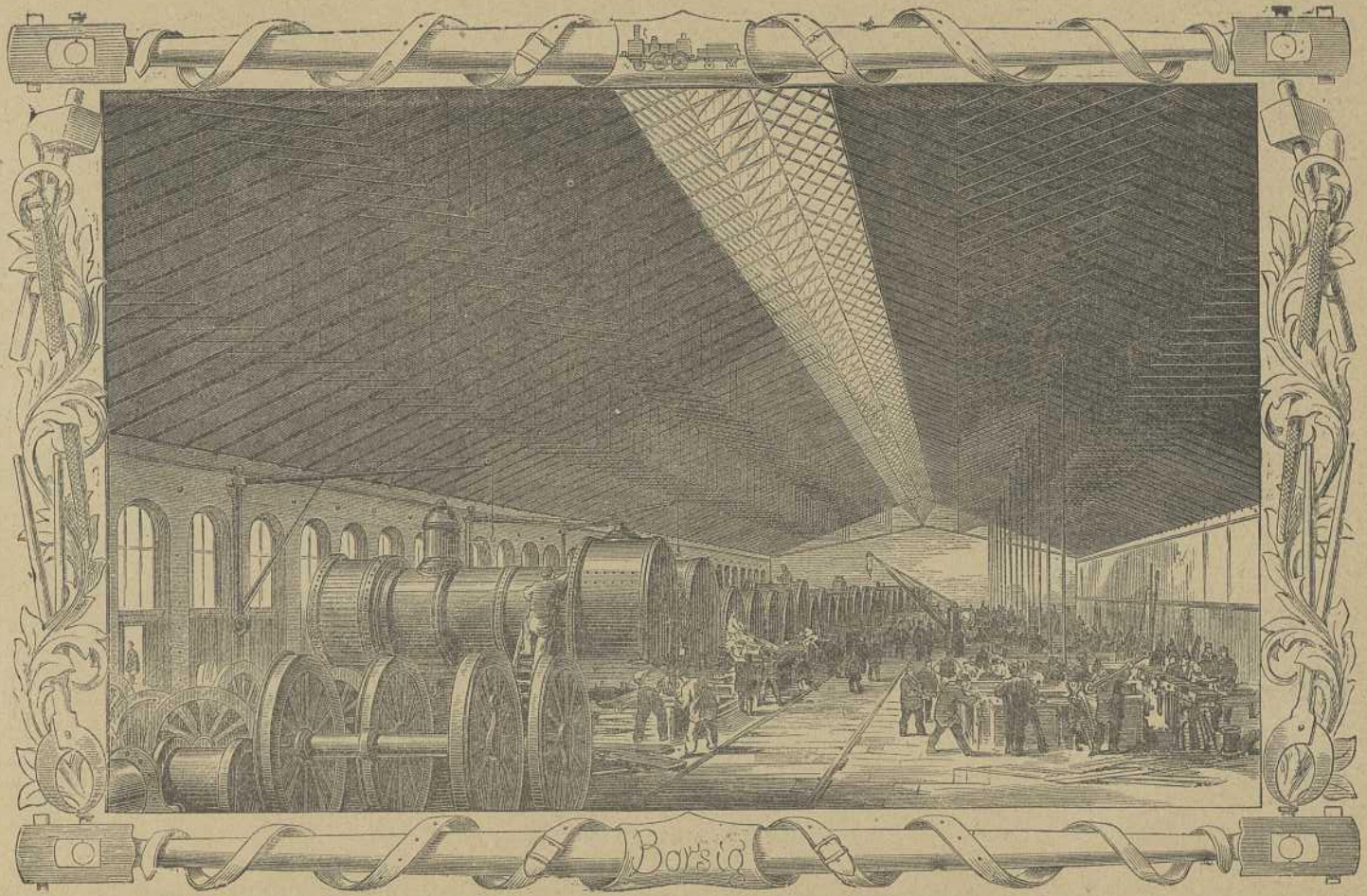
desa), donde poseía ingenios ó plantaciones, estableció Cockerill varios depósitos de molinos para la caña y de máquinas de vapor; de modo que en menos de veinte años creó y vió prosperar nada menos de sesenta establecimientos industriales. Pero en 1838, los acontecimientos políticos de Bélgica le causaron serios disgustos, y al suspender sus pagos el Banco Nacional, Cockerill juzgó prudente realizar todas sus empresas, salvo Seraing y las fábricas de Lieja, á pesar de que el balance de sus libros acusaba un activo de 25 millones de francos contra un pasivo de 18. Poco después pasó á Rusia á instancias del Gobierno para fundar allí nuevos establecimientos industriales, y al regresar en 1840, fué sorprendido por la muerte en Varsovia.



FIG. 7.ª—Juan Federico Borsig.

Mientras el célebre industrial y hombre de Estado francés *Eugenio José Schneider* se esforzaba desde 1836 por emular á Cockerill, y logró crear con el tiempo en el Creuzot (departamento de Saone-et-Loire), un establecimiento siderúrgico y de construcción de máquinas más considerable aún que el de Seraing, capaz, entre otros, de fabricar anualmente 110 locomotoras y otras máquinas de vapor hasta la fuerza colectiva de 5.000 caballos, y del que ya tuvimos ocasión de ocuparnos en el tomo IV de esta obra (véase pág. 194), otros mecánicos alemanes, no menos enérgicos, pugnaban también por librar á su patria del tributo que venía pagando á la industria inglesa.

A *Juan Federico Borsig* (fig. 7) (nacido en Breslau en 1804) se debe más especialmente la iniciativa en la construcción de locomotoras, pues en la fábrica que montó en Moabit, cerca de Berlín, se construyeron las primeras máquinas del género, saliendo de sus talleres 330 de ellas desde su inauguración hasta 1851, de las que 67 se fabricaron en un solo año (1847). En vista de tan creciente consumo de hierro dulce de primera calidad, que por entonces tenían los alemanes que traían de Inglaterra, Barsig tomó la determinación de fabricar el que necesitaba por cuenta propia, y al efecto fundó en Moabit un establecimiento siderúrgico que empezó á funcionar en 1850. Cuatro años más tarde, siempre con el intento de hacerse independiente, adquirió en Silesia unas



Taller de locomotoras en la fabrica de Borsig, en Berlín.

minas de hulla y hierro, y después de su muerte, su hijo llevó á cabo su plan, montando los altos hornos necesarios y surtiendo de hierro colado á su propio establecimiento en Moabit; al mismo tiempo se amplió éste, de modo que desde 1858 pudieron producirse allí unos 150.000 quintales métricos de hierro dulce al año, y fabricarse en igual tiempo de 150 á 160 locomotoras. Por razones económicas se vió precisado Borsig, en 1870, á trasladar á Silesia sus hornos de pudelar y sus laminadores; y aprovechando los edificios correspondientes para ensanchar por segunda vez sus talleres de construcción (lámina II), llegó á salir de los mismos el número casi increíble de 250 locomotoras al año, es decir, cerca de una máquina diaria, sin contar los días de fiesta. Hasta fin de 1871, la fábrica de Borsig había producido 2.810 locomotoras, en cuyo ramo emplea unos 1.300 operarios, y otros 700 en la construcción de toda clase de máquinas de vapor, bombas, calderas, puentes de hierro, etc.; mientras que en las minas y operaciones siderúrgicas de la casa en Silesia hallan ocupación unos 3.000 trabajadores.



FIG. 8.ª—Ricardo Hartmann.

Al mismo tiempo que Borsig, es decir, en 1837, el alsaciano *Ricardo Hartmann* (fig. 8.ª), fundó en Chemnitz (Sajonia) una fábrica de maquinaria, cuyos productos alcanzan legítima fama; se ha desarrollado de un modo extraordinario, perteneciendo actualmente á una Sociedad anónima bajo el título de "Fábrica de máquinas de Sajonia.„ Comprende nueve divisiones principales, destinadas á la construcción de locomotoras, otras máquinas de vapor, turbinas, herramientas mecánicas, hilanderas automáticas, telares mecánicos y máquinas tipográficas, iniciándose además, hace algunos años, la de aparatos para la fabricación del azúcar, alcohol, etc. Los talleres de locomotoras están dispuestos para la construcción de 120 máquinas el año, habiéndose entregado hasta la fecha más de 1.500, que prestan sus servicios en diferentes ferrocarriles de Europa y otros continentes. En los talleres destinados á máquinas de vapor fijas (lámina III) se construyen éstas de diversas clases y tamaños, á

la vez que toda clase de aparatos para minas y establecimientos metalúrgicos. En el departamento de las turbinas se fabrican, no sólo todo género de motores hidráulicos, sino la maquinaria para molinos harineros, la fabricación del papel y la de la celulosa. La construcción de herramientas mecánicas abraza máquinas para la elaboración de diversos materiales, especialmente la madera y el hierro, así como aparatos para arsenales, talleres militares y de ferrocarriles, etc., siendo apreciados sus productos en todas partes del mundo civilizado. Otra división se ocupa ventajosamente en la construcción de máquinas tipográficas con arreglo á modelos norteamericanos; mientras que de los talleres de hilanderas salen toda clase de máquinas de hilar el algodón, la lana y la seda, cardadoras y secadoras centrífugas, etc., construyéndose como especialidad las llamadas hilanderas automáticas. No menos imponentes por su extensión son los talleres de construcción de telares mecánicos, de los que salen anualmente 1.500 de semejantes máquinas; y el departamento destinado á los diversos aparatos para la fabricación del azúcar, del almidón y del alcohol tiene ya mucha importancia. Excusado parece añadir que el establecimiento que nos ocupa posee los correspondientes talleres generales de fragua, fundición, construcción de calderas de hierro y cobre, y de modelos, á los que se agregan una imprenta y una litografía.



FIG. 9.ª—Juan Zimmermann.

Otro mecánico alemán célebre es *Juan Zimmermann* (fig. 9.ª), que en 1844 montó en la misma ciudad de Chemnitz (Sajonia) una fábrica de herramientas mecánicas, modelo de su clase, y cuyos productos figuraron dignamente en la Exposición parisiense de 1867, al lado de los del inglés Whitworth y del no menos célebre constructor norteamericano *Sellers*, de Filadelfia. Dicha fábrica, que desde 1871 es propiedad de una Sociedad anónima, comprende una gran fundición, capaz de producir piezas hasta el peso de 30.000 kilogramos, y además cinco departamentos especiales. El primero, cuya vista exterior reproduce la fig. 10, está destinado á la construcción de toda clase de herra-

mientas mecánicas para la elaboración del hierro y demás metales, y además á la de aparatos especiales para la fabricación de máquinas de tejidos de punto,

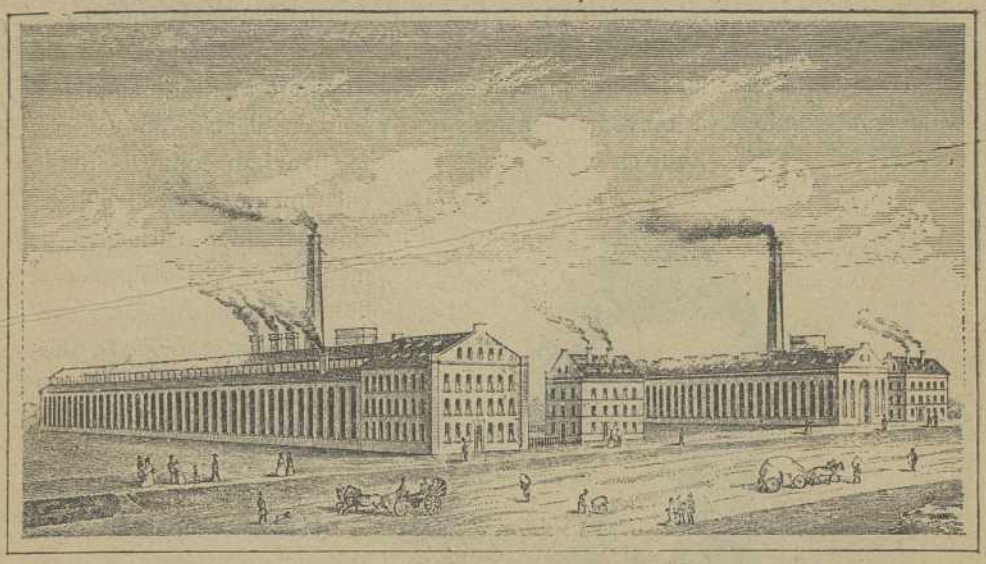


FIG. 10.—Primer departamento de la fábrica de Zimmermann, en Chemnitz.

de coser, etc., así como á la de martinetes de vapor, fuelles y prensas hidráulicas. En el segundo (fig. 11) se producen máquinas para la fabricación de

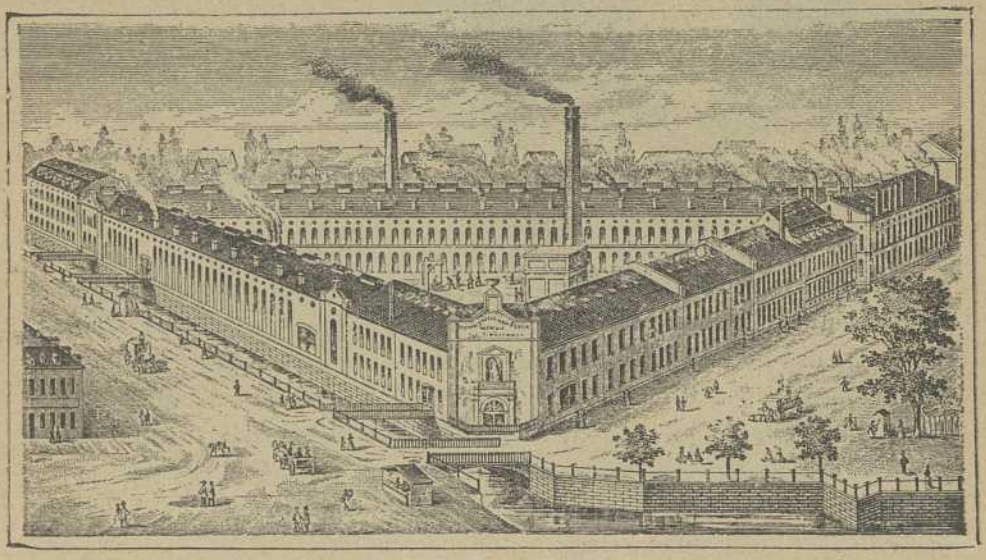


FIG. 11.—Segundo departamento de la fábrica de Zimmermann, en Chemnitz.

cañones y proyectiles de artillería, armas de fuego de mano, y torpedos. El tercero está destinado á las máquinas para la elaboración de la madera,

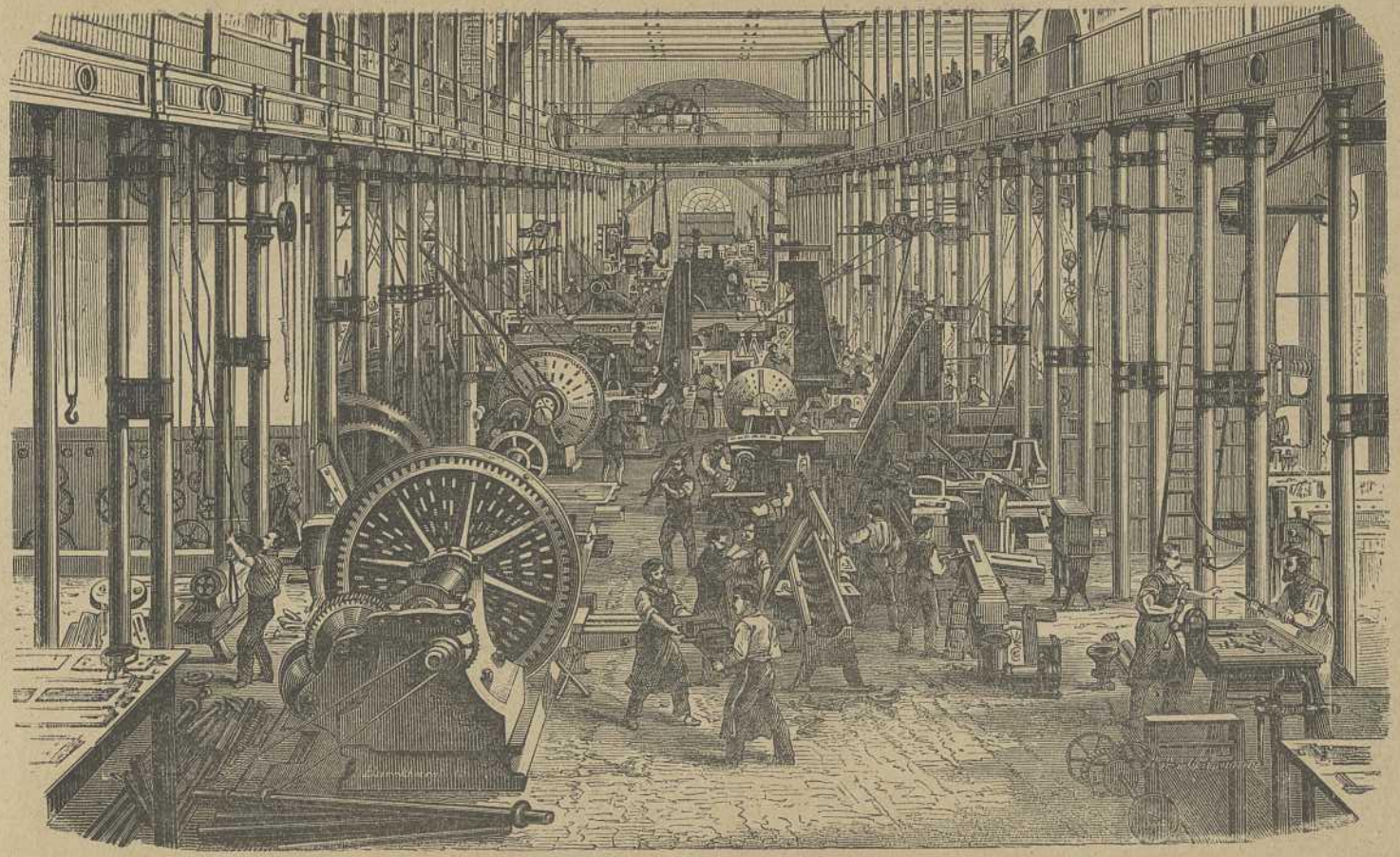
el cuarto á la construcción de máquinas de vapor, y el quinto á todos los aparatos accesorios necesarios para montar talleres diversos. En tiempos de Zimmermann, es decir, antes de 1871, cuando dejó de ser propietario exclusivo, salieron de su fábrica unas 9.300 herramientas mecánicas de todas clases, prueba de la gran aceptación de que gozaron.

Al lado de estos mecánicos prácticos, y de otros muy meritorios también, que en obsequio á la brevedad tenemos que pasar en silencio, no debemos olvidar á los teóricos, que en el terreno de la enseñanza han contribuído tan eficazmente al desarrollo racional de la construcción de máquinas. Nos referimos á hombres como *Navier*, *Eytelwein*, *Poncelet*, *Coriolis*, *Moseley*, *Morin*, *Redtenbacher*, *Karmarsch* y *Reuleaux*.



FIG. 12.—Fernando Redtenbacher.

En Inglaterra, la patria de la industria mecánica, apenas ha nacido todavía la enseñanza sistemática científico-técnica, que se desenvolvió hace tiempo en Francia y Alemania. El Gobierno británico, de acuerdo con el Parlamento y la opinión pública, no interviene directamente en semejantes cuestiones, dejándolas á la iniciativa individual; los ingenieros y técnicos ingleses no se forman en escuelas especiales ó politécnicas como las del continente, para salir, después de un examen final, armados de un título ó diploma; sino que, por regla general, su enseñanza facultativa tiene lugar individualmente en el establecimiento industrial ó en la esfera de actividad de algún mecánico ó ingeniero acreditado, y bajo la dirección inmediata de éste; es decir, que después de elegir la rama especial que le conviene, se somete á un aprendizaje práctico, bajo la dirección de un maestro, y por un precio convencional. En semejantes condiciones, el éxito verdaderamente fenomenal de la industria mecánica en Inglaterra sólo tiene su explicación en el individualismo, el genio práctico emprendedor y la energía tan característicos de los ingleses, combinados con las riquezas minerales del país y favorecidos por la falta de competencia extranjera. Mas desde que ésta empezara á dejarse sentir y comenzaron á eviden-



Taller de máquinas en la fábrica de Hartmann, en Chemnitz.

ciarse de un modo patente las ventajas de la enseñanza científico-técnica d l continente, no han faltado en Inglaterra voces autorizadas, como las de Whitworth, para señalar los escollos de un empirismo demasiado exclusivo y demostrar la necesidad de una base teórica para los que se dedican á la construcción de máquinas. De aquí la cuantiosa dotación hecha por Whitworth para fomentar la enseñanza técnica en su país, y que mencionamos más arriba; y desde entonces tan importante cuestión ha tomado un giro favorable, como se pudo notar durante el Congreso pedagógico de 1884.

La verdad es que los ingleses tenían motivo sobrado para alarmarse, pues así como los alemanes se veían todavía obligados, hace cincuenta años, á buscar mecánicos prácticos ingleses para dirigir sus talleres de construcción, en los últimos tiempos los constructores de la Gran Bretaña se han visto precisados, en más de una ocasión, á confiar la dirección de sus fábricas á ingenieros mecánicos alemanes, formados en las inmejorables escuelas politécnicas de su país. Semejante resultado se debe muy especialmente á *Fernando Redtenbacher* (fig. 12), que tanto por la excelencia de su método de enseñanza oral como por la originalidad de sus numerosos é importantes escritos acerca de diferentes temas mecánicos y de construcción, cimentó sobre sólidas bases la mencionada enseñanza. Nacido el año 1809 en Stein (Austria), inauguró su carrera como profesor en la escuela politécnica de Viena; pasó en 1834 á la de Zurich (Suiza), donde continuó enseñando la mecánica hasta 1841, cuando fué llamado á ocupar igual cátedra en la escuela politécnica de Carlsruhe (Baden), de la que fué director desde 1857 hasta su muerte, acaecida en 1863.



FIG. 13.—Karmarsch.

A igual altura rayó el célebre tecnólogo austriaco *Karmarsch* (fig. 13), que también ejerció primero el profesorado en el Instituto politécnico de Viena, desde 1830 á 1875, cuando el Gobierno alemán le indujo á fundar una escuela semejante en Hannover, encargándole de dirigirla, así como de la cátedra

de tecnología mecánica. Karmarsch publicó también importantes obras. Por último, entre los discípulos más aprovechados de Redtenbacher debemos mencionar á *Francisco Reuleaux* (fig. 14), el director de la edición original alemana de este libro de inventos, que, nacido el año 1829 en Eschweiler (Prusia renana), desempeñó la cátedra de construcción mecánica en la Escuela politécnica de Zurich, desde 1856 hasta 1864, pasando luego á dar la misma enseñanza, y además la cinemática, en la Academia de artes y oficios de Berlín, de la que fué nombrado director en 1868. Su enseñanza oral no ha sido

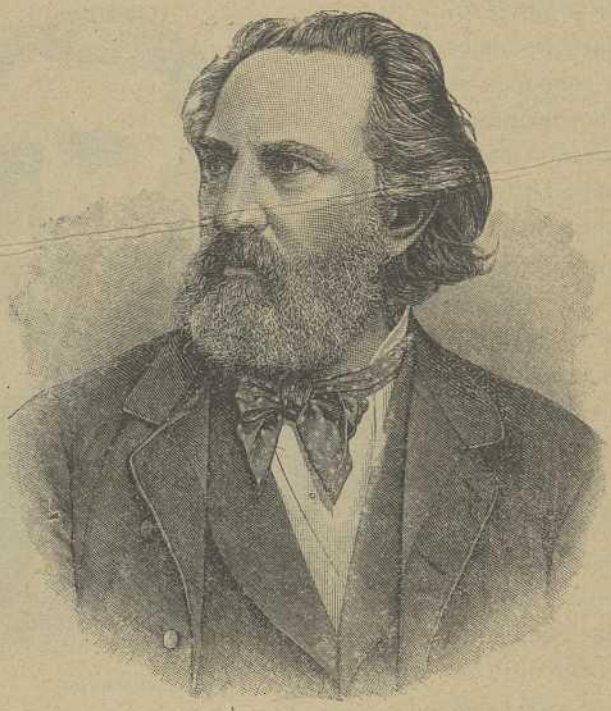


FIG. 14.—Francisco Reuleaux.

menos popular que la de su maestro, mientras que su tratado de construcción de máquinas y su *Cinemática teórica* son obras originales, de singular mérito y utilidad.

MATERIALES, MÉTODOS É INSTRUMENTOS

Aunque en la construcción de máquinas se emplea gran número de materiales diversos, sólo podemos ocuparnos en este lugar de aquellos que constituyen las partes principales de las máquinas, á saber: el hierro colado, el hierro dulce y el acero.

Hierro colado.—De las diferentes clases de hierro colado que fueron objeto

de nuestras consideraciones en el tomo IV de esta obra, el constructor de máquinas emplea casi exclusivamente el hierro colado gris, de estructura cristalina más ó menos basta, porque es el que mejor se presta al moldeado. Sólo por excepción se vale del hierro colado blanco ó especular, que se solidifica con rapidez en el molde, no lo rellena bien y resulta sumamente agrio ó bronco; pero aun así, sólo mezclado con el hierro gris. Esto tiene lugar más especialmente para el moldeado de piezas grandes que han de resultar muy duras, y que por razones económicas no conviene hacer de acero, como, por ejemplo, ciertos cilindros laminadores. El hierro colado gris se funde con bastante facilidad, y mediante la observancia de condiciones determinadas, se deja moldear en cualquiera forma, siendo, por lo tanto, un material muy útil al constructor; pero su aplicación está naturalmente limitada á las piezas de maquinaria más ó menos pasivas, es decir, que no se destinan á resistir grandes esfuerzos, pues dicho hierro es mucho menos sólido y mucho más bronco que el dulce, y las piezas formadas con él resultan con frecuencia más ó menos ampollosos en el interior de su masa, hecho que contribuye á disminuir todavía más su resistencia. Por esto, y merced á las facilidades que ofrecen las herramientas mecánicas de nueva construcción, muchas piezas, que antes se hacían ó hubiesen hecho de hierro colado, se hacen hoy de hierro dulce y acero; y al mismo tiempo se ha logrado mejorar notablemente la calidad del primero, ora mediante un moldeado mecánico, ora sometiendo el metal fundido, en el molde mismo, á la presión hidráulica ó atmosférica, ó la que resulta de la creación de un vacío; de modo que, en suma, el hierro colado debe considerarse como un material muy importante para la construcción de máquinas. No entraremos aquí en pormenores acerca de la fundición y moldeado de dicho hierro, por haber tratado ya de estas operaciones en el tomo IV.

La fragua.—Respecto de las piezas de maquinaria de hierro dulce y de acero, se dan casos en que, por su pequeñez y la forma complicada que han de tener, conviene moldearlas primero con hierro colado y luego someterlas á un caldeo especial, que convierte este material en hierro maleable; pero las piezas mayores y de forma más sencilla se elaboran directamente, caldeando el hierro dulce ó el acero, y dándole forma, en caliente, por medio del martillo ó la prensa, y también, en determinados casos, mediante el laminador. Nuestros lectores saben que el hierro dulce y el acero, fuertemente calentados hasta el rojo vivo, se muestran relativamente blandos bajo el martillo, dejándose elaborar con facilidad; pero si su incandescencia se eleva hasta el blanco, la blandura sube de punto, llegando hasta la plasticidad, en cuyo estado dos pedazos del metal se pueden unir ó pegar, como se dice técnicamente.

Esta propiedad del hierro y del acero es de la mayor utilidad para el constructor, y la pega constituye una de las operaciones más importantes del herrero. El trabajo es bastante sencillo, consistiendo esencialmente en batir y recalcar

las dos piezas candentes de metal en el punto de su unión, de modo que sus fibras se recubran ó entrecrucen mutuamente y se junten de la manera más íntima. Pero esta unión tan estrecha y sólida, que puede lograrse por la soldadura al martillo del hierro ó del acero, se dificulta merced á la intervención del aire, que oxida rápidamente las superficies candentes, impidiendo el contacto íntimo de las fibras metálicas; de suerte que, para que la pega salga bien, es preciso evitar el contacto del aire. Esto se consigue por medio del llamado polvo de pegar, con el que se salpican las piezas candentes estando en el fuego, y que, fundiéndose con el óxido ya formado, constituye una escoria líquida que baña el metal é impide que se oxide de nuevo. Para semejante polvo pueden emplearse diferentes sustancias, como la marga seca, arena fina, vidrio pulverizado ó bórax, ó una mezcla de las mismas; pero el batido de las piezas candentes debe verificarse de manera que toda la escoria resulte expulsada de los intersticios, pegándose directamente las fibras metálicas entre sí, pues de quedar entre ellas materias extrañas, la unión carecería de solidez.

Un ejemplo interesante de la operación de que hablamos nos lo ofrece la fabricación de las ruedas de locomotora, que para mayor seguridad se hacen por completo de hierro dulce. Se comienza forjando aisladamente los rayos de la rueda, dándoles próximamente la figura de un martillo ó de una T; además, estos rayos reciben en su base la forma de una cuña, de modo que al colocarlos y sujetarlos radialmente en un molde especial, tal como han de presentarse en la rueda, se juntan perfectamente las diferentes cuñas, constituyendo el cubo de la misma. El molde referido, que sólo está destinado á mantener los rayos en posición, tiene en su centro una abertura un poco mayor que el cubo de la rueda, de modo que, al meter el conjunto en el fuego de una fragua convenientemente dispuesta al efecto, sólo se calienta la parte central. Mientras la temperatura de ésta se eleva hasta la incandescencia blanca, caliéntanse también dos anillos de plancha gruesa de hierro, cuyo diámetro exterior es igual al del cubo de la rueda, y el interior igual al del eje que luego ha de atravesarlo; y cuando todo se halla en disposición para la pega, se coloca con rapidez uno de los anillos candentes sobre el yunque de un martillo de vapor, sobreponiendo seguidamente á aquél el cubo en cuestión, y luego el segundo anillo; y haciendo funcionar el martillo, se pegan entre sí las cuñas de los rayos y al mismo tiempo los dos anillos de las caras del cubo, de manera que todas las piezas queden sólidamente unidas en una masa de hierro. Después de esta operación y del enfriamiento consiguiente, se procede á pegar uno con otro, y mediante las piezas intermedias necesarias, los brazos laterales de los rayos en forma de T, que constituyen en conjunto las pinas de la rueda: entonces se halla ésta en disposición de recibir la banda periférica.

Para formar y colocar esta banda se procede del modo siguiente: una gruesa barra recta de hierro, laminada exprofeso para el objeto, y del largo

correspondiente á la circunferencia de la rueda de que se trata, se caldea en un horno hasta que se deja doblar, y sobre un alma cónica, y mediante cuñas y un fuerte mecanismo de palancas, se la vuelve de manera que forme un gran anillo abierto, cuyo diámetro interno resulte un poco más pequeño que el externo del cuerpo de la rueda; en el sitio todavía abierto se introduce una cuña, y previo el caldeo correspondiente, se procede á la pega cerrando el anillo. Enfriada la banda así formada, se tornea al mismo tiempo que el cuerpo de la rueda destinado á recibirla, pero dejando siempre su diámetro interno un poco más estrecho que el externo de dicho cuerpo, y entonces se calienta en la lumbre hasta que, en virtud de la dilatación del metal, pueda colocarse en su sitio; una vez en posición, se enfría de repente la banda echándole agua, de modo que, merced á la contracción del hierro, abrace fuertemente el cuerpo de la rueda. Para evitar cualquier movimiento de la banda, que pudiera resultar de algún fuerte sacudimiento durante la marcha de la locomotora, se sujeta además, para mayor precaución, por medio de remaches.

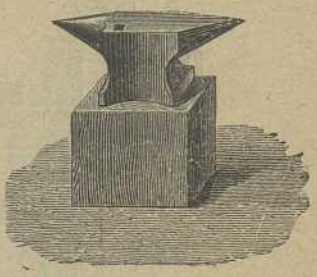


FIG 15.—Yunque ordinario.

El trabajo en la fragua puede verificarse á mano, ó bien por medio de máquinas de forjar, martillos mecánicos, prensas hidráulicas y laminadores. Para el trabajo ordinario á mano se emplean un yunque como base, martillos y tenazas varios, cortafríos, machos y matrices de estampar y otras herramientas secundarias. La fig. 15 representa un yunque de la forma generalmente usada; de sus dos cuernos, el uno tiene figura de cono y está destinado á forjar piezas sueltas en redondo, mientras que el otro tiene esquinas vivas para facilitar la formación de piezas dobladas en ángulo. En cuanto á los martillos, se distinguen los de mano, que maneja el maestro y pesan hasta dos kilogramos; martillos mayores, de tres á diez kilogramos de peso, que manejan con ambas manos los ayudantes ú oficiales del herrero; y los martillos de asentar ó extender (fig. 16), que no obran directamente por golpe, sino que, como indica nuestro grabado, se aplican sobre la pieza candente de hierro apoyada en el yunque, y sufren los golpes de otro martillo mayor. Para que el maestro herrero pueda trabajar sin ayudantes, se ha inventado en los Estados Unidos el llamado martillo de muelle (fig. 17), cuyas ventajas también se aprecian en Europa. La cabeza del martillo, que se desliza verticalmente entre dos guías fijas, se halla suspendida, por medio de dos piezas articuladas, á un muelle semicircular, formado, como los de los carruajes, por varias tiras de acero de diferente longitud, y el muelle, á su vez, está suspendido al codo ó excéntrica del árbol mo-

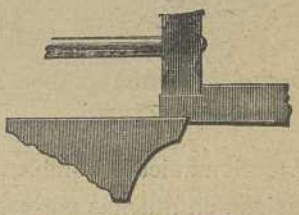


FIG. 16.—Martillo de asentar.

tor, que recibe el movimiento de una máquina de vapor, mediante una correa de transmisión; semejantes martillos se construyen con cabeza de 25 á 250 kilogramos de peso, y trabajan fácil y rápidamente, dando golpes bastante fuertes.

En la Exposición de Viena había un martillo mecánico para fraguas, de construcción muy ingeniosa, invención del inglés *Davis:* era una especie de martinete, cuya cola resultaba unida directamente al émbolo de un cilindro de vapor, y que, junto con este último, estaba montado en medio de un sólido anillo, de manera que podía producir golpes en sentido vertical lo mismo que en el horizontal, y también en todas las direcciones inclinadas entre dichas posiciones extremas. Además, mediante un mecanismo hidráulico situado debajo del piso, podía subirse y bajarse á voluntad el aparato, dentro de ciertos límites.

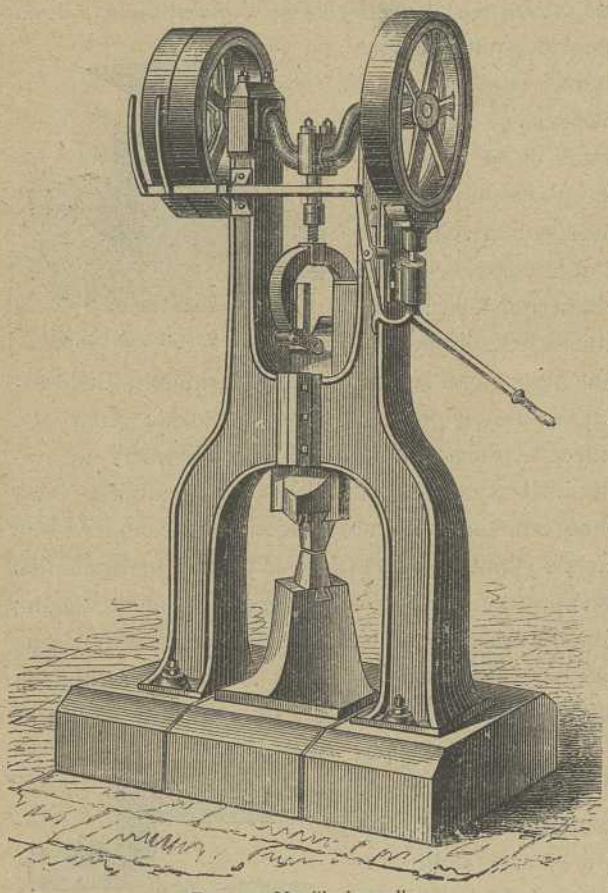


FIG. 17.—Martillo de muelle.

También ha alcanzado mucha aceptación en las fraguas el martinete de *Bradley*, que se vió por primera vez en la Exposición de Filadelfia, y es un perfeccionamiento notable de los martinetes de cola ordinarios que todavía se emplean en muchas partes, y que hemos descrito en nuestro tomo IV, al tratar de la fabricación del hierro dulce. En el martinete de Bradley, que reproducimos en la fig. 18, el mango ó cola, constituído por un sólido madero, tiene su punto de apoyo principal, mediante un eje transversal, en dos puntas de acero, endurecidas, suspendidas al armazón por medio de dos tornillos, que permiten variar su posición; delante y detrás de dicho eje descansa la cola sobre gruesos cojines de cautchuc, mientras que corresponden á éstos, en la parte superior, dos topes del mismo material, ajustables mediante tornillos, de modo á poder compensar el sobrepeso del martillo. El movimiento de este último se

produce por medio de un árbol horizontal, situado debajo de la cola, en unión con una biela y una excéntrica ajustable, de modo que puede variarse la carrera, y, por consiguiente, la fuerza de los golpes; siendo el motor efectivo una máquina de vapor ó rueda hidráulica, cuyo movimiento se transmite á dicho árbol mediante una correa. Mientras el martinete no se necesita, la correa floja se desliza en torno de la polea de transmisión (la mayor que se ve en el gra-

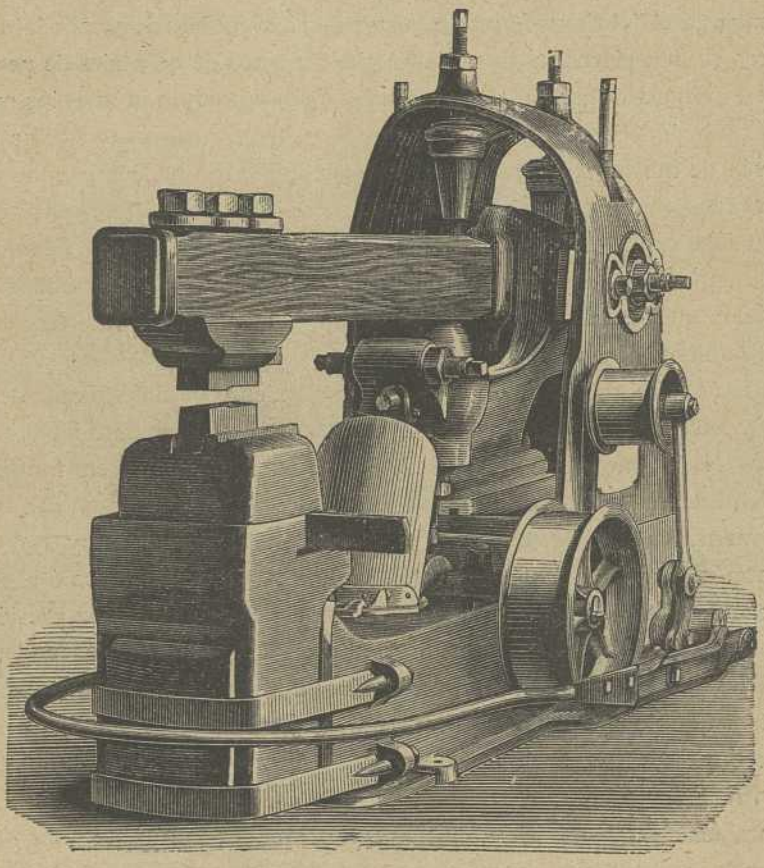


FIG 18.—Martinete de Bradley.

bado, á la derecha); y cuando se quiere hacer uso de él, se atiranta la correa por una polea de tensión (la pequeña del grabado) que se hace bajar al efecto, pisando el pedal que se extiende por delante del aparato en torno del yunque; de la presión de esta polea depende también la velocidad y fuerza de los golpes, y el pedal se halla además en combinación con un freno, mediante el cual puede pararse instantáneamente el martillo cuando se quiere. El yunque tiene un fundamento independiente, de modo que la máquina misma no sufre las sacudidas producidas por los golpes, mientras que los cojines y topes de cautchuc preservan eficazmente las puntas de acero en que se apoya la cola,

contra los efectos de la ligera vibración ocasionada por el movimiento. Estos martinetes trabajan á razón de un máximum de 350 á 200 golpes por minuto, según que su cabeza pesa de doce á cien kilogramos.

Tratándose de forjar piezas de gran tamaño, no bastan las máquinas referidas, siendo preciso recurrir, por regla general, al martillo-pilón ó de vapor que describimos en el tomo IV; en el establecimiento siderúrgico de Krupp hay uno cuya cabeza pesa 50.000 kilogramos; pero el mayor que existe hoy se encuentra en el del Creusot, pesando su cabeza la friolera de 90.000 kilogramos.

Pero se dan piezas macizas de muchos cientos de quintales de peso, especialmente de acero fundido, para forjar las cuales resultan inútiles los martillos-pilones más poderosos, porque el efecto de su golpe instantáneo no se propaga á través de masas tan considerables. La experiencia ha demostrado que aun los pesados martillos mencionados sólo producen la compresión y el estiramiento de la capa exterior de semejantes masas de metal, rompiéndose, ó, mejor dicho, rasgándose las partes internas, ó bien deslizándose sobre ellas las externas, hasta que los extremos de la pieza toman la forma de embudos, en virtud del estiramiento desigual. En su vista, *Bessemer* tuvo la idea de aplicar la prensa hidráulica á la elaboración en caliente de grandes y pesadas piezas de maquinaria, y sacó privilegio de invención en 1856; el procedimiento ha sido perfeccionado desde entonces por Haswell, de Viena, aplicándose, entre otros usos, á la fabricación de ruedas de locomotora, y consiste, en lo esencial, en hacer obrar verticalmente, desde arriba, una presión hidráulica muy considerable (400 atmósferas y más) sobre la lupia ó masa candente de hierro ó acero colocada en una matriz de la forma que se desea. Para obtener una presión superior todavía á la que puede resultar en la prensa hidráulica más poderosa, se vale Krupp de la expansión enorme originada al pasar repentinamente el ácido carbónico líquido al estado gasiforme, y de este modo comprime grandes masas de acero; pero el modo de proceder es un secreto del célebre establecimiento de Essen.

También se utilizan los servicios del laminador, como herramienta mecánica, en la construcción de máquinas; pues tanto en Inglaterra como en los Estados Unidos, muchos ejes largos y piezas análogas se enderezan y redondean perfectamente, pasándolos en frío entre los cilindros de dicho aparato, que hacen las veces del torno, más bien que del martillo.

Las grandes y pesadas planchas empleadas en la construcción de los buques de vapor y acorazados modernos, y que pesan á veces de 300 á 400 quintales métricos, reclaman, como es consiguiente, para su elaboración artefactos especiales; se caldean en hornos regeneradores de Siemens, se sacan de ellos y llevan al yunque por medio de unas grúas hidráulicas, y los martillos-pilones con que se forjan se construyen al efecto con pilares muy distantes uno de otro, para que las mencionadas planchas tengan cabida entre ellos. La fig. 19

reproduce una grúa hidráulica usada en semejantes trabajos, consistente en dos prensas hidráulicas, que sostienen la sólida viga doble de hierro, de la que se suspende la plancha objeto del transporte. En nuestro grabado dichas prensas aparecen descansando sobre el suelo; pero también pueden colocarse sobre ruedas y carriles, á fin de que la grúa entera pueda trasladarse de un punto á otro; no es necesario tampoco que su manejo se verifique á mano, como indica la figura, sino que puede emplearse al efecto un motor de vapor; los pistotones de las prensas son telescópicos, es decir, que se componen cada uno de

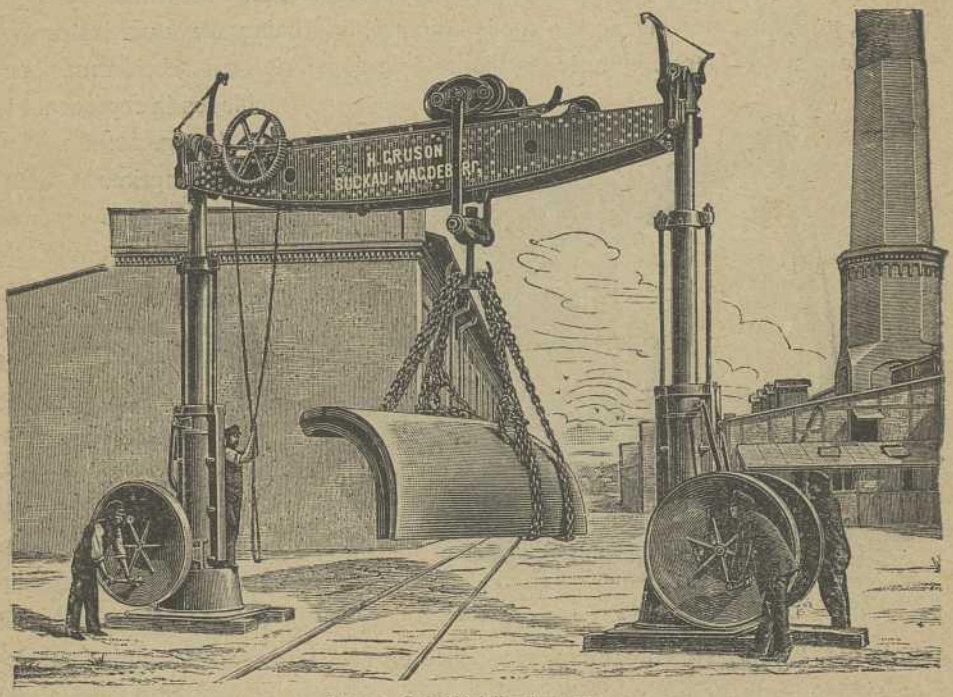


FIG. 19—Grúa hidráulica de puente.

dos piezas, una de las cuales pasa ajustando perfectamente en la otra, de modo que la viga puede elevarse á bastante altura. Semejantes grúas se construyen para cargas de 30.000, 40.000 ó más kilogramos.

Tijeras y sacabocados mecánicos.—Entre los diferentes métodos de elaborar el hierro en frío, debemos ocuparnos en primer término de los que consisten en cortarlo con el cincel y la tijera y en abrir agujeros en él por medio de punzones ó sacabocados mecánicos.

El cincel ó cortafrío es una herramienta muy común en los talleres de construcción de máquinas, y en general entre los trabajadores de metal. Con el cortafrío y el martillo se abren á mano en el hierro, tanto colado como dulce, mortajas y otras aberturas rectangulares; se dividen barras y planchas, se desbastan las piezas que salen de la fragua, facilitando notablemente el trabajo

ulterior de la lima. También pueden cortarse barras y planchas mayores fijando un cincel en la cabeza de un martinete pequeño, movido á vapor ó por la fuerza hidráulica. En una palabra, una de las cosas que en primer término se reclaman de un mecánico práctico, es saber manejar el cortafrío, trabajo que no es tan sencillo como parece á primera vista.

Con las tijeras mecánicas se cortan por lo común el palastro y demás planchas de metal relativamente delgadas; pero también se emplean para dividir planchas más gruesas, así como para cortar los alambres destinados á la fabricación de clavos. Se distinguen tijeras mecánicas con movimiento de palanca, y tijeras paralelas, en las que la hoja móvil se baja y eleva verticalmente, guiada por correderas. Una de las tijeras de palanca de construcción más sencilla, es la representada en la fig. 20: un árbol motor imprime, mediante una cigüeña y una biela, á la hoja móvil de la tijera un movimiento oscilatorio, de modo que sus dos cortes, *c* y *c'*, á derecha é izquierda de su punto de apoyo, se elevan y bajan alternativamente, cortando las planchas que dos operarios van colocando debajo de ellos, sobre la hoja fija. La fig. 21, en cambio, reproduce en *A B* una tijera mecánica paralela, siendo *A* la hoja fija y *B* la móvil, que recibe su movimiento vertical de una excéntrica y un eje horizontal que atraviesa el armazón hueco del aparato, y se mueve á su vez á impulso de las ruedas de engrane *a*, *b*, *c* y *d*; *f* es el volante, e^2 la polea de transmisión y *e'* la llamada polea loca, es decir, no acuñada al árbol, y mediante la cual, por la traslación instantánea de la correa, puede pararse la tijera sin parar el motor; disposición comúnmente adoptada en máquinas movidas por correas.

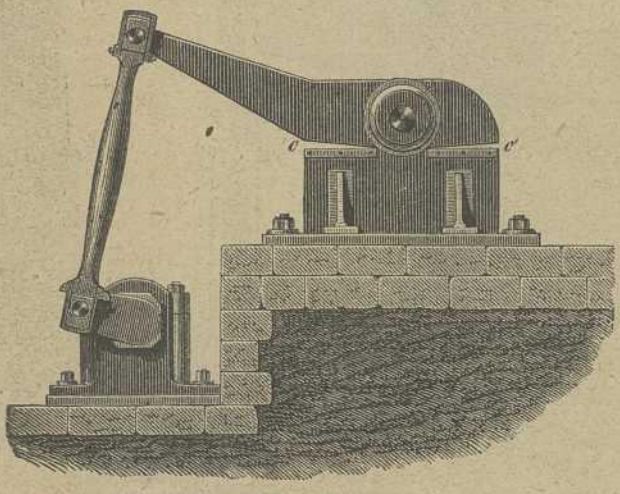


FIG. 20.—Tijera mecánica de palanca.

La perforación del metal por medio del punzón ó sacabocados es desde luego una operación mucho más expedita que la que se verifica con el taladro, y de que hablaremos más adelante; pero sólo es aplicable, en general, á las planchas de hierro dulce relativamente delgadas, como las que se emplean comunmente en la construcción de calderas de vapor, puentes, buques, armaduras de edificios, etc. No cabe duda, por más que algunos se obstinan en sostener lo contrario, de que la perforación violenta de una plancha mediante el

sacabocados, tiende á perjudicar la resistencia del metal, y por esta razón debe apelarse siempre, y se apela en efecto, al taladro, tratándose de obras cuya solidez y seguridad dependen en gran parte de su ejecución más esmerada. Por ejemplo, en la construcción del puente colosal de acero sobre el Forth (Escocia), que acaba de terminarse al cabo de siete años de trabajo incesante, todos los agujeros para los remaches, que se cuentan por millones, han sido abiertos con taladros mecánicos, habiéndose condenado desde luego el sacabocados para obra de tamaña importancia. Sin embargo, este aparato representa un ahorro de tiempo tan considerable, que su uso se conservará siempre para los trabajos más ordinarios.

Un punzón ó sacabocados mecánico obra esencialmente como una tijera mecánica paralela, sólo que la hoja fija tiene la forma de un anillo, mientras que la móvil recibe la de un pequeño cilindro que entra con exactitud en el hueco de aquél; de este modo, al colocarse sobre el anillo la plancha objeto de la operación y obligar al cilindro á que lo atraviese, el corte producido será circular; es decir, que dicha plancha resultará perforada ó agujereada, cayendo al suelo el bocado de metal correspondiente al agujero. Semejantes sacabocados, de gran fuerza, movidos á vapor, se construyen con frecuencia en combinación con tijeras mecánicas, dando el desarrollo correspondiente al armazón y aprovechando los mismos engranajes para ambas herramientas, como se ve en la fig. 21: *A* y *B* son las hojas de la tijera, en tanto que *C* y *D*, en el lado opuesto, señalan el anillo y el cilindro ó punzón del sacabocados, cuyo movimiento obedece al mismo mecanismo antes descrito. Se construyen también sacabocados más pequeños para ser movidos á mano, aplicando el principio de la palanca de codo, del tornillo diferencial ó de la presión hidráulica: la fig. 22 reproduce un sacabocados hidráulico, de invención inglesa, que ha hallado gran aceptación en los talleres, y con el cual, según su tamaño y fuerza, pueden abrirse agujeros de uno á tres centímetros de diámetro en planchas de igual espesor. La disposición interior de este aparato es la misma que la de una prensa hidráulica: la bomba

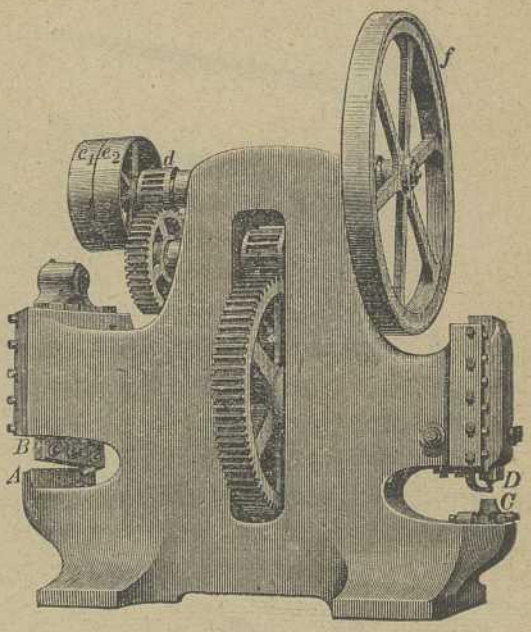


FIG. 21.
Tijera mecánica paralela y sacabocados mecánico.

se encuentra en la base hueca, al paso que el pistón se mueve en la parte cilíndrica superior, impulsando hacia abajo el punzón del sacabocados, que se halla sólidamente sujeto á su extremidad inferior; la palanca superior sirve para hacer bajar dicho pistón y producir el agujero, mientras que por medio de la inferior se eleva aquél otra vez para repetir la operación. Este sistema se aplica también á las tijeras mecánicas.

Construcción de calderas de vapor.—Las tijeras y los sacabocados de que acabamos de ocuparnos, así como algunas otras herramientas mecánicas, como máquinas de doblar planchas y de remachar, se emplean principalmente en la construcción de calderas de vapor, que comprende la de grandes depósitos de hierro para aguas, de las enormes campanas destinadas á las fábricas de gas del alumbrado, y de otros artefactos análogos.

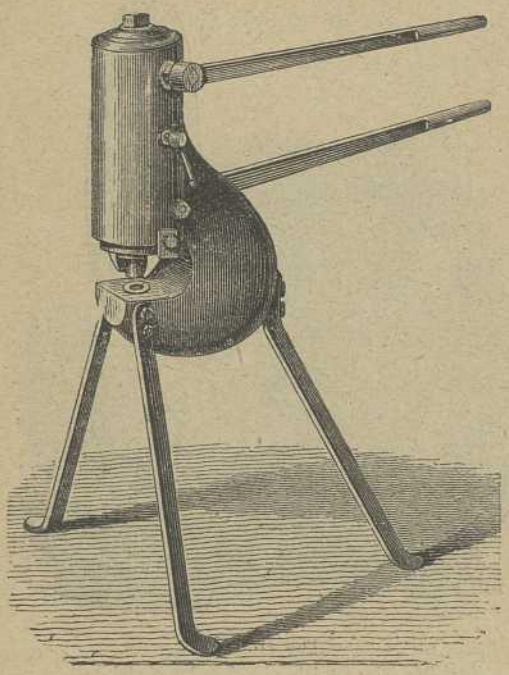


Fig. 22.—Sacabocados hidráulico.

En dicha construcción se empieza trazando sobre las planchas mismas los contornos que han de tener, con arreglo á un dibujo exacto, ó plano previamente hecho, y señalando en ellas los puntos en que han de ser agujereadas para recibir los remaches de unión; luego se procede á cortar las planchas con la tijera mecánica, siguiendo las líneas trazadas, y á abrir los agujeros por medio del sacabocados, á menos que sea más conveniente emplear la máquina de taladrar; y terminadas estas operaciones, se pasa al doblado, esto es, á dar á las planchas la encorvadura necesaria. Para esto es preciso caldearlas uniformemente hasta el rojo, en hornos á propósito, y entonces se les da la forma deseada por medio del martillo ó de máquinas especiales. Tratándose de encorvaduras sencillas, se emplean al efecto máquinas de cilindros situados á diferentes niveles, y entre los cuales se obliga á pasar las planchas candentes. La fig. 23 representa un aparato del género, destinado á doblar ó encorvar chapas ó planchas delgadas, y da una idea clara de las máquinas de que hablamos; pues aunque se modifica la construcción tratándose de planchas grandes y gruesas, la disposición de los cilindros es esencialmente la misma. En cambio, si las planchas han de encorvarse con arreglo á planos más com-

plicados; si se trata, por ejemplo, del extremo semiesférico de una caldera, entonces se emplean prensas poderosas, ó, careciendo de ellas, se apela á la abolladura con el martillo: en este caso la plancha candente se coloca sobre una especie de fuente cóncava de hierro fundido, de cuatro á cinco centímetros de grueso, y se la obliga á tomar la forma correspondiente á fuerza de golpes con martillos de mano ó mecánicos, construídos especialmente para el objeto. Para doblar los bordes de las planchas en ángulos determinados, como es preciso hacerlo para la unión de ciertas partes de las calderas, se emplean también

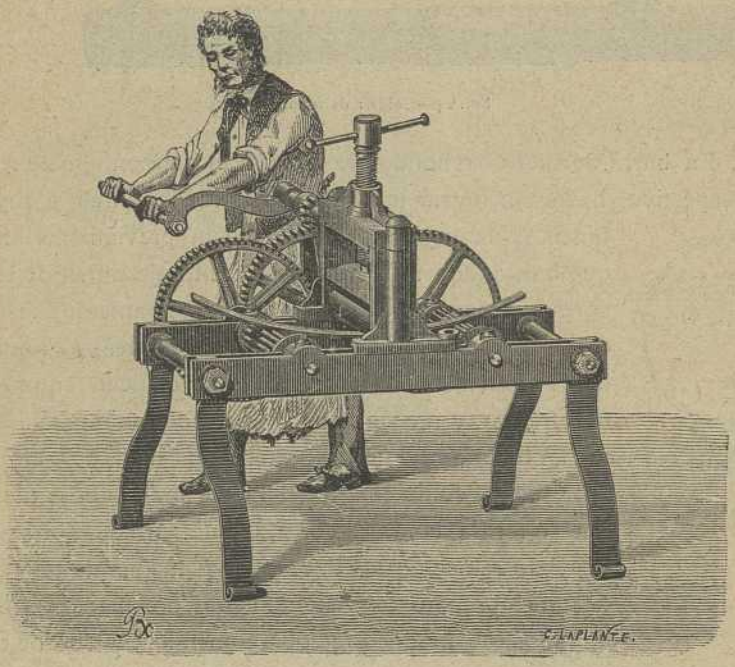


FIG. 23.—Máquina para encorvar planchas.

máquinas especiales, en las que actúan, sobre dichos bordes, pequeños cilindros ó rodillos convenientemente dispuestos.

Son bastante variadas las formas que reciben las calderas de vapor, y muchas se hacen con extremos planos mantenidos por tirantes al interior; pero cuando, siendo de mayores dimensiones, se les da extremos semiesféricos, no se hacen éstos de una pieza, sino que se forman con varias planchas convenientemente dobladas ó encorvadas, como indica la fig. 24, que revela además con claridad cómo las diferentes piezas de una caldera se unen sólidamente entre si por medio de remaches. Éstos, que constituyen hoy un objeto de fabricación especial, son comparables á gruesos clavos sin punta, y se hacen del hierro dulce más tenaz y de la mejor calidad, en forma de barras redondas, que se cortan generalmente en pedacitos iguales por medio de una tijera mecánica

paralela, cuya hoja fija contiene agujeros de diferentes diámetros para poder cortar barras de diversos gruesos, según la fuerza que han de ofrecer los

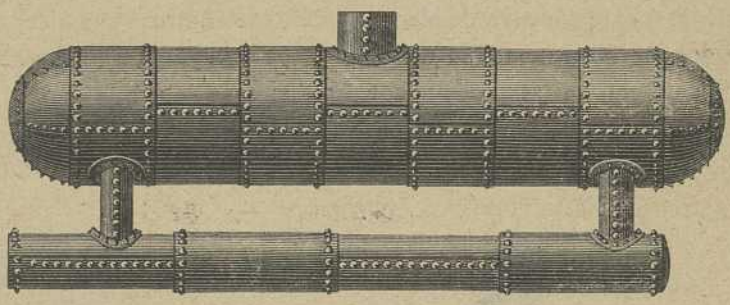


FIG. 24.—Caldera de vapor.

remaches. La barra de hierro redondo se introduce horizontalmente en el agujero respectivo, hasta encontrar una plancha situada detrás, y cuya distancia de la hoja referida se ajusta previamente al largo que han de tener los remaches, y la hoja móvil de la tijera corta entonces el pedazo, y así sucesivamente hasta que queda dividida toda la barra. Los pequeños cilindros de hierro obtenidos de este modo se caldean entonces en una fragua, y mediante un martillo de estampar se les forma en un extremo una cabeza semiesférica, dejando el otro extremo tal como está, pues la segunda cabeza del remache se forma, como es consiguiente, en su sitio definitivo.

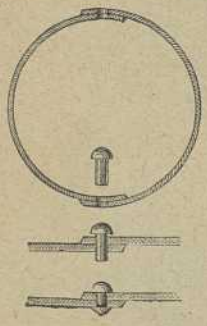


FIG. 25.
Unión de las planchas de una caldera por medio de remaches.

Para remachar las diferentes planchas de una caldera se unen primero provisionalmente por medio de algunos tornillos, de modo que sobreponiéndose el borde de una al de su contigua, vengan á corresponder los agujeros de ambas, como indica la fig. 25; los remaches, caldeados momentos antes hasta el rojo, se introducen en los agujeros desde la parte interior, según se ve claramente en dicha figura, y en seguida se remacha el extremo que sobresale al exterior, formando la segunda cabeza; operación que se verifica á mano con el martillo de remachar, ó bien por medio de un martillo de estampar ó por máquinas especiales. Cuando se remacha á mano, hay que procurar que la punta del remache se presente hacia arriba, á fin de que los golpes caigan

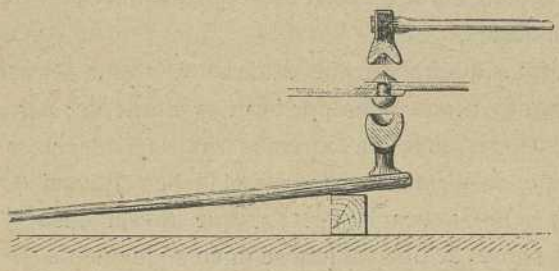


FIG. 26.—Remachado á mano.

sobre ella con mayor fuerza y precisión; y para no dar lugar á que los remaches se enfríen demasiado pronto, se caldean generalmente en una pequeña fragua portátil, que se coloca inmediata al sitio donde se trabaja. Para remachar como es debido, esto es, dejando las dos planchas firmemente prendidas entre las dos cabezas del remache, es necesario, mientras se está formando la cabeza exterior, apoyar bien la interior, lo que se verifica por medio de una pesada pieza de hierro de forma especial, que se oprime contra dicha cabeza median-

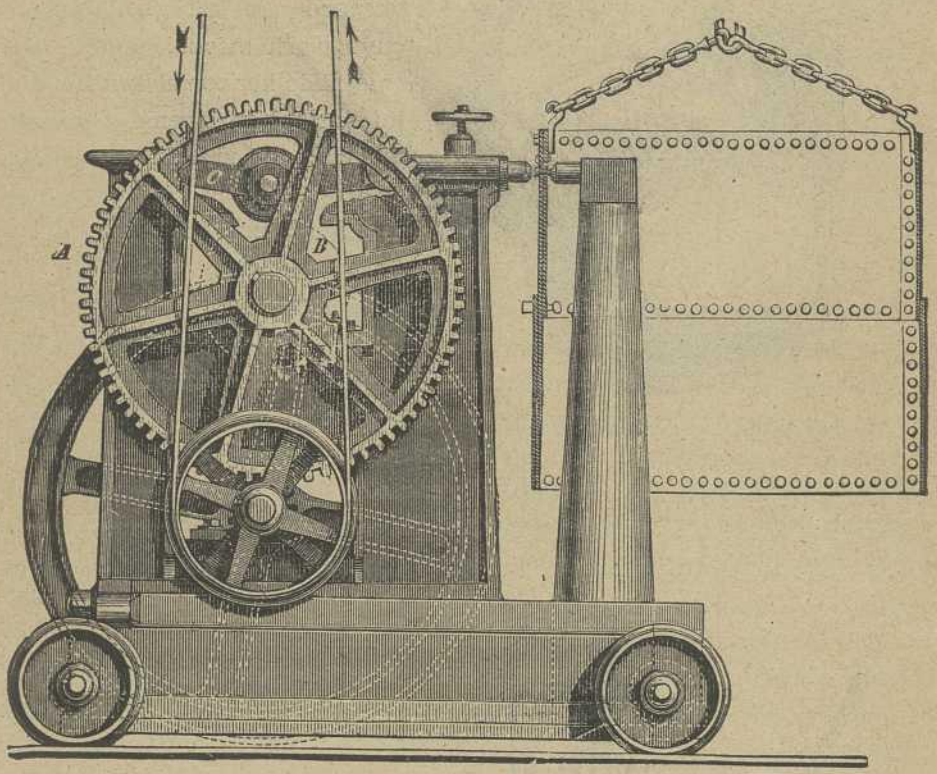


FIG. 27.—Máquina de remachar, de Fairbairn.

te una palanca, como indica la fig. 26, y que hace las veces de un yunque.

Semejante operación de remachar á mano supone dos hombres ó muchachos en el interior de la caldera, dos ó tres operarios muy diestros para formar la cabeza exterior, y un muchacho para atender á la fragua y llevar á los de adentro los remaches candentes; en suma, pues, cinco ó seis operarios. En tales condiciones era natural que se pensara en un mecanismo que permitiera reducir lo posible dicha mano de obra, y de hecho se han inventado diferentes máquinas de remachar, siendo las mejores y más generalmente empleadas, la del célebre ingeniero inglés *Fairbairn* (fig. 27) y la hidráulica de *Tweddell* (figuras 28 y 29).

Como con claridad indica nuestro grabado, la máquina de Fairbairn consiste esencialmente, de un lado, en un pequeño yunque que forma la corona de una sólida columna y tiene un pequeño cilindro macizo que sobresale horizontalmente, y contra el cual se apoya la cabeza interior del remache; y por el otro, en un cilindrito móvil que hace las veces de un martillo y pasa ajustando bien en un tubo que le sirve de guía, y cuyo rápido movimiento de vaivén en sentido horizontal lo determina un sencillo pero ingenioso mecanismo: dicho cilindrito se halla unido posteriormente, mediante una articulación, á una pieza recta, que se articula á su vez con otra igual *C*, la que también va unida al lado opuesto del armazón por una tercera articulación; en la unión central de dichas dos piezas se encuentra un pequeño rodillo macizo, cuyo peso basta para hacer retroceder el cilindrito (martillo); pero dicho rodillo descansa sobre un disco excéntrico *B*, fijo al eje de la rueda dentada *A*; de modo que, cuando ésta gira á impulso del piñón correspondiente, unido al árbol del volante, el rodillo se eleva y baja alternativamente, produciendo el movimiento referido, ó, lo que es igual, una rápida serie de golpes del martillo contra el extremo exterior del remache. Para mayor concisión hemos hablado de un solo cilindro (martillo), y en el grabado no se puede ver tampoco más de uno; pero en realidad la máquina tiene tres, que obran paralelamente, correspondiendo á los mismos tres cilindritos en el yunque; de modo que pueden formarse tres remaches á un tiempo, con tal que se encuentren en línea recta. La fuerza motriz procede de una máquina de vapor

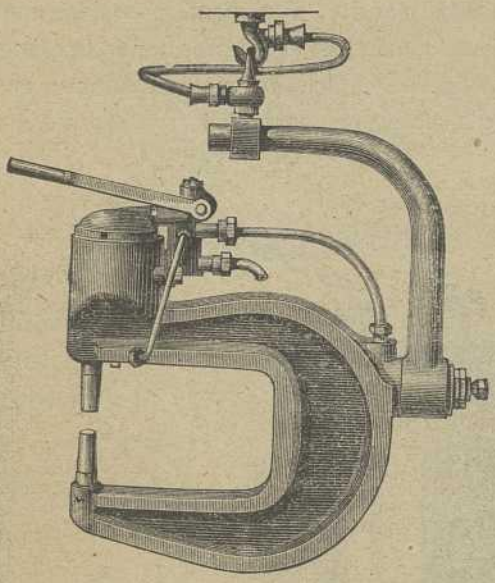


FIG. 28 —Remachadora hidráulica de Twedell.

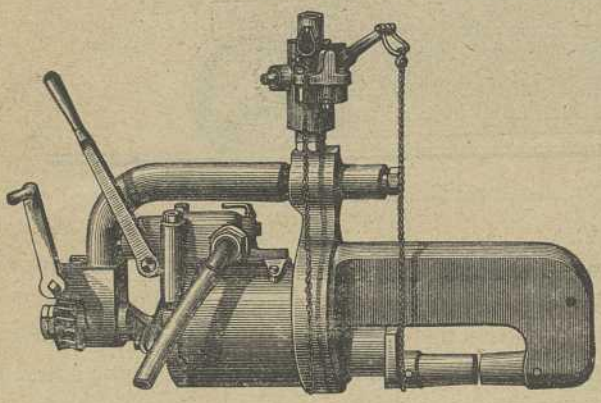


FIG. 29.
Remachadora de Twedell para obras más sólidas.

ó motor análogo, transmitiéndose mediante una correa, y el aparato se halla montado sobre un carro sencillo, pero sólido, para facilitar su traslado de un punto del taller á otro. Por último, el grabado hace ver cómo se introducen en la máquina las planchas que han de remacharse.

La remachadora hidráulica de Tweddell se distingue por ser muy compendiosa, la facilidad con que se puede manejar, y la gran fuerza con que actúa. Se construye de diferentes formas, según los usos especiales á que se destina, representando la fig. 28 una pequeña máquina que se emplea para remachar las planchas más ligeras de puentes y armaduras de hierro, etc., mientras que la fig. 29 reproduce otra más sólida y pesada, que se utiliza más especialmente en la construcción de buques. La fuerza necesaria se produce por medio de una bomba hidráulica movida á vapor y el acumulador correspondiente, el cual comunica, mediante un tubo, con el cilindro hidráulico de la remachadora; en él obra la presión sobre un pequeño pistón, cuyo extremo opuesto lleva el pequeño cilindro macizo de acero destinado á remachar, mientras que la cabeza interna del remache se apoya contra otro cilindrito parecido, fijo al brazo correspondiente de la máquina. Durante la operación, la remachadora se halla suspendida á una grúa, por medio de una cadena, de modo que se deja llevar fácilmente de un remache á otro, á medida que adelanta el trabajo, y su forma está calculada para facilitar su aplicación en las posiciones más diversas. La presión ejercida por el pistón se puede elevar rápidamente á miles de kilogramos por centímetro cuadrado, y Tweddell ha construído ya algunas remachadoras que oprimen el remache con una presión de 150 toneladas métricas.

En cuanto á la solidez de las uniones remachadas, es evidente que resulta menor que la de las planchas mismas sin agujerear. Generalmente hablando, una unión semejante es más sólida con gruesos remaches algo distantes uno de otro, que con remaches delgados muy aproximados entre sí; sin embargo, tratándose de un agente tan poderoso y sutil como el vapor de agua, ó sea de la construcción de calderas de vapor, es preciso adoptar el último modo de unión, esto es, el de los remaches relativamente delgados y juntos, á fin de evitar escapes de dicho agente. Para obviar la debilitación de las planchas que resulta de unirlas por medio de remaches, se ha probado verificar la unión pegando sus bordes sobrepuestos á la incandescencia blanca; procedimiento que ha dado resultados satisfactorios para determinadas partes de las calderas de vapor, especialmente en los hogares de las locomotoras.

HERRAMIENTAS MECÁNICAS

Las piezas de maquinaria elaboradas de primer intento en el taller de fundición y en la fragua, tienen que someterse á una labor más exacta, que no se puede realizar por los procedimientos y con los aparatos considerados en las precedentes páginas. Esta labor comprende en parte trabajos manuales con la lima, el cortafrío ó cincel, el raspador, etc., y en parte se encarga á la acción automática de máquinas especiales; observándose hoy en todas las fábricas de maquinaria la tendencia, cada vez más acentuada, á reducir todo lo posible la parte de trabajo á mano, sustituyéndolo con el trabajo puramente mecánico; con lo cual, en la mayoría de los casos, las piezas resultan hechas con mayor exactitud y esmero, en un tiempo mucho más breve, reduciéndose, por consiguiente, los gastos de un modo notable.

Las diversas máquinas que se emplean en la labor en cuestión reciben el nombre genérico de *herramientas mecánicas:* en las mismas, ó sobre ellas, se coloca y sujeta con firmeza la pieza que se trata de elaborar, mientras que la herramienta propiamente dicha, consistente, por regla general, en una punta cortante (cincel, taladro, etc.), se fija en soporte especial; y la acción de toda máquina del género consiste en imprimir á la pieza por labrar ó á la herramienta misma, ó bien á ambas á un tiempo, los movimientos necesarios para que la punta de la segunda, obrando directamente sobre la primera, vaya quitando, poco á poco, el material sobrante, hasta producir la forma deseada. Como se comprende, la eficacia de las máquinas en cuestión depende en gran parte de la herramienta propiamente dicha (cincel, taladro, lima, etc.), debiendo adaptarse su forma á la clase de labor que está llamada á hacer, y cuidarse muy especialmente de su dureza ó temple. En la mayoría de los casos, semejantes herramientas cortantes y desgastadoras se hacen de acero de la mejor calidad, y recientemente se ha apelado con ventaja al diamante, para formar la punta ó el corte de instrumentos destinados á labrar piezas de hierro fundido endurecido, ó de acero. La forma fundamental de los cinceles empleados en el torno, la máquina de cepillar y otras análogas, es la de una varilla prismática, cuya extremidad (ó extremidades) recibe la forma de una punta ó corte cuneiforme, comparable á la del buril. Otro punto capital en las máquinas de que tratamos, es la posición recíproca de la herramienta y la pieza por labrar, así como sus movimientos recíprocos, que varían, naturalmente, según la clase de labor.

Respecto de la clasificación de las herramientas mecánicas, tenemos, en primer lugar, los dos grandes grupos de máquinas destinadas á labrar el metal y máquinas de elaborar la madera; las primeras son las que nos interesan en

este lugar, y reservamos las segundas para un capítulo posterior del presente tomo. Si consideramos las herramientas mecánicas desde el punto de vista del género de labor que están llamadas á verificar, y de la forma de las piezas de cuya elaboración se trata, se nos presenta en primer término una serie de máquinas, cuya construcción y acción dependen principalmente de la clase de superficie que se quiere producir; y de ningún modo, ó sólo subordinadamente, de la forma especial del objeto por elaborar. Por otra parte, nos hallamos con máquinas destinadas exclusivamente á producir ó elaborar objetos determinados, de modo que su construcción no depende sólo de la clase de superficie que están llamadas á formar, sino esencialmente de la forma y el tamaño del único objeto, ó de los pocos objetos que pueden labrarse con ellas. Las primeras, cuyo número es relativamente corto, constituyen lo que podemos llamar herramientas mecánicas *generales*, por aplicarse á la ejecución de labores comunes que se repiten con frecuencia, y se encuentran en todo taller de construcción de máquinas bien montado. Las segundas, cuyo número es muy considerable y siempre sigue en aumento, son las herramientas mecánicas *especiales*, destinadas á la producción exclusiva de determinados artículos, y se hallan aisladas ó en grupos sistemáticos en las fábricas dedicadas únicamente á alguna especialidad.

Las herramientas mecánicas generales pueden dividirse en las siete clases siguientes: 1.ª Tornos. 2.ª Máquinas de taladrar. 3.ª Máquinas de cepillar. 4.ª Máquinas de ranurar ó abrir mortajas. 5.ª Máquinas de avellanar ó fresar. 6.ª Máquinas de hacer tornillos. Y 7.ª Máquinas para la elaboración del palastro, para forjar y amolar. En cuanto á la infinidad de herramientas mecánicas especiales hoy en uso, sólo cabe agruparlas con arreglo á las diferentes ramas industriales á que se destinan, como, por ejemplo, la construcción en grande de máquinas determinadas ó piezas de las mismas, la construcción de buques, la fabricación de cañones de artillería y otras armas de fuego, la de máquinashilanderas, de coser, la de relojes, etc., etc.

El torno.—Entre las herramientas mecánicas generales, la más importante es el torno, y se emplea principalmente para elaborar objetos redondos, es decir, para producir superficies de rotación convexas ó exteriores; pero también pueden labrarse con el torno superficies cóncavas ó huecas, y mediante una disposición adecuada de la máquina, superficies planas y helicoidales ó de tornillo. En efecto, con un torno de construcción perfeccionada se puede tornear longitudinal ó paralelamente, en plano, cónicamente, taladrar en círculo (con alma) y agujerear, cortar roscas de tornillo y hasta cepillar muescas ó ranuras; mientras que con la ayuda de ciertos mecanismos accesorios se pueden producir superficies esféricas, ovaladas, etc. Por lo mismo, el torno debe considerarse como la máquina más imprescindible del taller de construcción mecánica, y que no puede faltar en el establecimiento más modesto del género.

La construcción del torno es en esencia la misma, ora se trate de la elaboración del metal, ora de la de la madera; mas como la blandura de esta última materia consiente trabajos en el torno á los que no se presta ventajosamente el metal, el mecanismo del torno para madera suele ser más variado que el del torno ordinario que se emplea en los talleres de maquinaria. Al ocuparnos más adelante de diferentes ramas de la tornería, tendremos ocasión de examinar más de cerca la disposición de los tornos para madera, limitándonos en este lugar á los destinados á la elaboración del metal.

Un torno de construcción ordinaria se compone fundamentalmente de cuatro partes principales: un banco sólido, que sirve de base á la máquina; el cuerpo de poleas, que comprende el mecanismo para hacer girar al eje de mandril; el llamado soporte, entre cuya punta y la de dicho eje se sujeta la pieza por tornear, y que puede deslizarse horizontalmente sobre el banco en la dirección del mandril, para dar cabida á piezas de diferente longitud; y, por último, el carro portaherramientas, que suele llamarse "carro„ á secas, sobre el cual se atornilla el cincel ó herramienta cortante propiamente dicha, en la posición deseada, y cuyo carro ejecuta de un modo automático, por regla general, el movimiento de traslación correspondiente á la clase de trabajo en cuestión. Esta disposición sólo se modifica en tornos destinados á trabajos especiales: las máquinas del género construídas para tornear de plano carecen de soporte, sujetándose las piezas por labrar á la cara anterior de un disco sostenido por el eje de mandril; mientras que los tornos empleados exclusivamente para tornear ruedas, tienen, en lugar del soporte propiamente dicho, un segundo cuerpo de poleas; además hay tornos con dos carros portaherramientas en vez de uno, y algunos tornos para ruedas tienen cuatro carros.

En todos los trabajos con el torno, la pieza de cuya labor se trata, ora se halle sostenida entre las puntas del eje y del soporte, ora esté sujeta al disco plano, siempre toma parte en el movimiento principal de la máquina, ó sea el giratorio uniforme; el carro con la herramienta cortante tiene que ejecutar, en cambio, un movimiento de avance ó traslación, á fin de que la punta del cincel vaya recorriendo sucesivamente toda la superficie de la pieza por labrar. En los tornos más sencillos este movimiento de traslación del carro se produce á mano por medio de un manubrio; pero en los tornos automáticos lo determina un tornillo largo, llamado de guía, sujeto al banco, que gira á impulso del motor, mediante las correspondientes ruedas de engrane, y que pasa á través de una hembra fija debajo del carro. La herramienta se sujeta de manera que, al girar la pieza objeto de la operación, la punta practica en la superficie un corte poco profundo que, merced á los movimientos combinados de la pieza misma y del carro, se va desarrollando en espiral, desprendiéndose las virutas consiguientes; no se puede profundizar mucho á un tiempo, por temor de que se rompa ó se caliente demasiado la punta del cincel, y tra-

tándose de hierro dulce, que ofrece más resistencia al corte que el colado, es necesario, por regla general, suspender sobre la herramienta una vasija llena de agua, y provista de un pequeño grifo por el cual gotea continuamente el líquido para enfriar dicha punta. En caso necesario, esto es, cuando en una sola carrera no resulta la pieza suficientemente torneada, se ajusta el cincel para practicar un nuevo corte y comunicar al carro un movimiento retrógrado; y así sucesivamente hasta terminar la operación.

Para tornear paralelamente y de plano, está dispuesto el carro de modo que la herramienta sujeta á él pueda ejecutar dos movimientos, uno paralelo al eje de rotación de la pieza por tornear, y el otro en ángulo recto con dicho eje; de estos dos movimientos combinados, resulta uno oblicuo respecto del eje de rotación, y de aquí la posibilidad de tornear cónica ú oblicuamente. La fig. 30 representa, en plano y elevación, un carro portaherramienta del mencionado género y de la construcción más sencilla; esto es, para ser movido á mano: *A A* señalan los dos largueros prismáticos del banco, entre los cuales se desarrolla el largo tornillo *V*, sujeto al banco en los puntos *T T*, de modo que puede girar á impulso del manubrio *M*; sobre dichos largueros descansa, mediante las correspondientes ranuras, el carro *B*, que tiene inferiormente una hembra fija, á través de la que pasa el tornillo *V*, de modo que su rotación determina el avance ó retroceso de dicho carro á lo largo del torno; este carro, á su vez, se halla provisto de un tornillo dispuesto en ángulo recto respecto del anterior, y que puede girar á impulso del manubrio *m*, haciendo avanzar ó retroceder transversalmente un segundo carro, más pequeño, que descansa sobre el primero, y al que se atornilla la herramienta *C*.

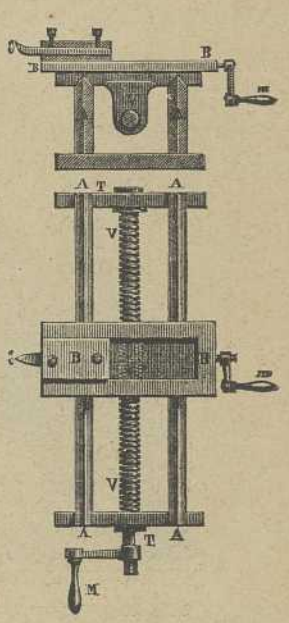


FIG. 30.—Carro portaherramientas de un torno.

La fig. 31 representa un torno paralelo completo, y muestra claramente el mecanismo del cuerpo de poleas, consistente en una polea de gradas y varias ruedas de engrane, mediante el cual y la correa transmisora de la fuerza motriz, se imprime el movimiento giratorio al eje, y por lo tanto á la pieza que se trata de tornear. A dicha polea de gradas corresponde, naturalmente, otra igual, pero inversamente dispuesta sobre un árbol motor colocado debajo del techo del taller, y nuestros lectores comprenderán bien que la forma de semejantes poleas obedece á la necesidad de poder aumentar ó disminuir, dentro de ciertos límites, la velocidad del movimiento, sin variar la del motor mismo, bastando al efecto mudar la correa de una grada de la polea á otra.

Pero, además, el torno que tenemos á la vista ostenta en su frente ó extremidad las llamadas ruedas de cambio (por ser susceptibles de cambiarse por otras de distintos diámetros), mediante las cuales se puede hacer girar automáticamente, y en la medida deseada, al tornillo de guía que, como explicamos más arriba, determina la traslación del carro portaherramientas. Merced á esta disposición se puede cortar en un torno de este género la rosca de tornillos grandes, como los que se ven hoy en muchas prensas y otros aparatos. Nuestro grabado no muestra este género de trabajo, sino la operación, más sencilla, de

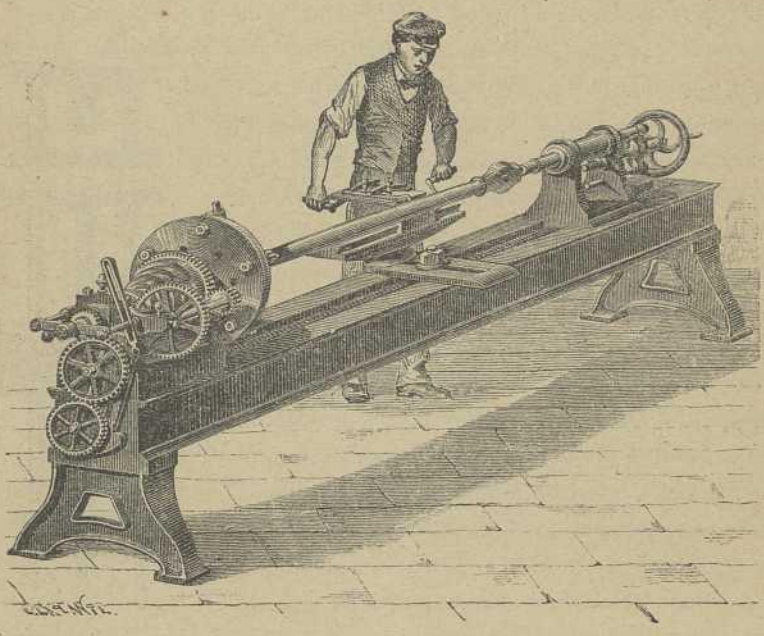


Fig. 31 —Torno paralelo.

tornear circularmente una biela, á cuyo efecto el carro portaherramienta está atornillado al banco y no se halla en comunicación con el tornillo largo de guía; en este caso, un operario se encarga de imprimir á la herramienta cortante, mediante los dos manubrios correspondientes, los movimientos longitudinal y transversal de que hablamos anteriormente; y la disposición del carro en cuestión difiere de la ilustrada en la fig. 30, en que tiene un tornillo de guía independiente del torno. Algunos tornos están provistos de una crema llera para imprimir el movimiento al carro, en cuyo caso no se pueden utilizar para cortar roscas de tornillo.

Los tornos de mayores dimensiones, destinados á la elaboración de grandes piezas de maquinaria, tienen frecuentemente dos grandes discos perforados, fijos el uno al extremo del eje principal y el otro al del soporte (véase el gran torno en el primer plano de la lámina III, á la izquierda). Entre seme-

jantes discos hallan mejor colocación y sujeción que entre dos puntas, las piezas pesadas de forma irregular, pues el gran diámetro y los numerosos agujeros de los discos permiten fijarlas por medio de tornillos y grapas, en la posición más conveniente. Tales máquinas se llaman tornos de disco, y no deben confundirse con los tornos dichos "de cabeza„ ó "de disco plano„ destinados á la elaboración de las bandas para ruedas de locomotoras, y en general de los carruajes ferrocarrileros. Estos tornos ostentan dos grandes discos planos, hasta de dos metros ó más de diámetro, sujetos uno en cada extremo del eje, que tienen en su cara anterior un anillo en relieve, correspondiente á la periferia del cuerpo de la rueda, sobre el cual se sujeta la banda por tornear, mediante una serie de grapas; á cada disco corresponde un carro portaherramienta, que puede moverse automáticamente ó á mano. Además se emplean en la construcción de locomotoras grandes tornos para ruedas, con dos cuerpos de poleas (uno en el lugar del soporte ordinario), dos discos planos de gran diámetro y dos carros portaherramientas: uno de dichos cuerpos es fijo, mientras que el otro puede deslizarse sobre el banco para acomodar la distancia entre ambos á la longitud del eje del par de ruedas que se trata de tornear; también pueden moverse los dos carros á lo largo del espacio intermedio. El cuerpo fijo contiene, además del eje que sostiene el disco, dos ejes horizontales paralelos, cada uno con una polea de gradas, una de las cuales sirve para transmitir el movimiento al eje principal, mientras que la otra tiene por objeto secundar á la primera y suavizar el movimiento, haciendo girar una rueda dentada que engrana en la periferia, también dentada, del disco; á este mecanismo corresponden naturalmente dos correas transmisoras y dos poleas de gradas fijas superiormente al árbol motor.

La disposición mediante la cual se pueden tornear piezas con superficies irregularmente encorvadas, determina un progreso notable en la construcción de tornos. Para ello, como se comprende fácilmente, es preciso que el carro portaherramienta esté dotado de un movimiento más libre que de ordinario; es decir, que además de la traslación automática en sentido longitudinal, debe poder adelantarse y retroceder, también automáticamente, en sentido transversal, á fin de que la punta de la herramienta se halle siempre en contacto con la superficie curva de la pieza. El mecanismo ideado al efecto comprende un escantillón ó plantilla ajustado á la curva que se trata de labrar, y que sirve de guía al carro que se apoya contra él durante la operación, de modo que la herramienta sigue todas sus vueltas. Semejantes máquinas se llaman tornos de copiar.

Por otra parte, como la disposición horizontal del eje del torno entraña á veces serias dificultades para la sujeción y centración de piezas de grandes dimensiones, y como el torneo de éstas en tal posición puede perjudicar considerablemente al eje mismo, se construyen también tornos verticales. Seme-

jantes máquinas se prestan á la elaboración de todos los metales, y se utilizan más especialmente para tornear grandes válvulas y compuertas, ruedas ferrocarrileras y objetos por el estilo, sustituyendo perfectamente á los tornos de cabeza antes referidos. La base de un torno vertical, así como el mecanismo destinado al movimiento, se encuentran en una excavación debajo del piso del taller, y el disco plano, horizontal, al que se sujetan las piezas por tornear, se halla al nivel de dicho piso; el carro portaherramienta está dispuesto de un modo análogo al de las máquinas de cepillar, que describiremos más adelante, y es susceptible de girar, de suerte que se adapta al torneo cónico; el movi-

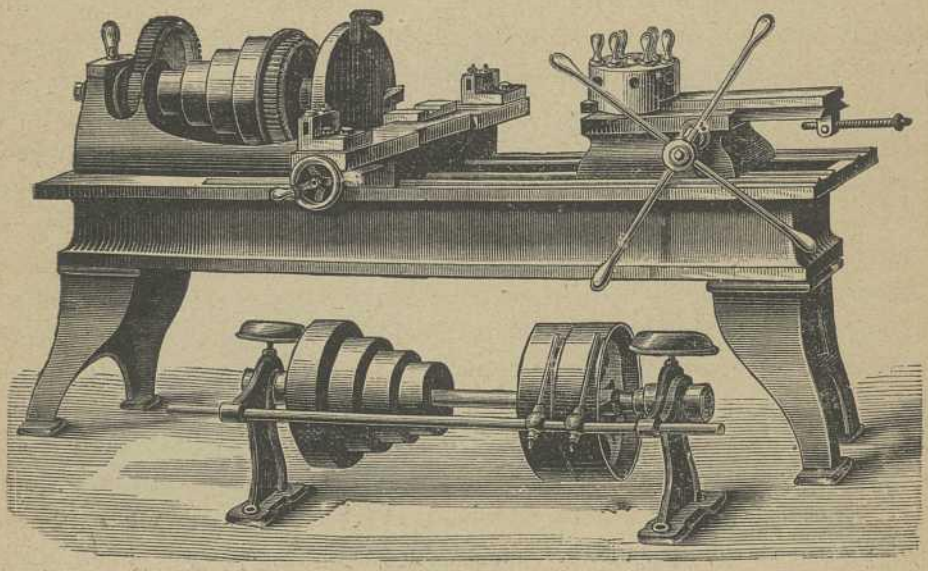


FIG. 32.—Torno de disco plano con cabeza de revólver.

miento de la herramienta es automático, tanto en el sentido vertical como en el horizontal, y hay un mecanismo de ruedas mediante el cual puede invertirse el movimiento en ambos sentidos.

Además, debemos mencionar el llamado *torno universal*, que se dispone para tornear objetos de sección circular, sin la ayuda de los escantillones empleados en el torno de rosetas ó de guilloquis. Con él no sólo pueden darse á las piezas planas, sobre el disco plano, formas elípticas, cuadradas, hexagonales ú octogonales, sino que también se pueden tornear en las mismas formas las piezas prolongadas que se sujetan entre la punta del eje y la del soporte: si estas puntas se encuentran exactamente una enfrente de la otra, la pieza torneada resulta de forma cilíndrica; si, por el contrario, dichas puntas no se hallan una enfrente de otra, la barra ó pieza sale torneada más ó menos en espiral, como un tornillo; mientras que mediante la aplicación de un mecanismo

de rotación diferencial, la barra torneada resulta en sus dos extremos de secciones diferentes, que se confunden una con otra en la parte media. Sin hablar aquí de las ventajas que ofrecen semejantes combinaciones en la elaboración de la madera, diremos únicamente, por vía de ejemplo, que si para las barras de conexión (ó acopladura) y las bielas de las locomotoras se adopta la sección elíptica en vez de la rectangular, semejantes piezas se pueden labrar en el torno universal mucho más económicamente que por medio de la máquina de cepillar y la lima. El torno de que hablamos es invención de *Koch* y *Mueller*, y se construye por Loewe de Berlín.

La fabricación en masa que se ha aplicado en tiempos recientes á la producción de determinados objetos, como tornillos, diferentes piezas de las armas de fuego, de máquinas de coser, etc., ha determinado la invención de un mecanismo accesorio del torno, que se llama *cabeza de revólver*, por su analogía con el mecanismo de la conocida pistola de este nombre. Consiste esencialmente en un cilindro giratorio, que se adapta sobre el carro, y al que se pueden atornillar radialmente varias herramientas diferentes, necesarias para la elaboración de un objeto determinado, y que obran en sucesión rápida sobre el mismo, merced á la rotación de dicho cilindro. En el torno que reproduce la figura 32, la cabeza de revólver que se destaca claramente sobre el carro á la derecha, se halla dispuesta para recibir seis herramientas, y la máquina en cuestión contiene también un carro transversal que sostiene otras dos herramientas. Por lo demás, se trata aquí de un torno de cabeza ó de disco plano, cuyo movimiento se produce por medio de la polea de gradas y las ruedas de engrane situadas detrás del disco, á cuyo mecanismo corresponden las poleas del árbol motor, que en nuestro grabado se ven sobre el piso delante del banco, pero que en el taller encuentran colocación á cierta altura por encima del torno donde no estorban, fijándose sus soportes en una pared lateral, ó bien en las vigas del piso superior ó techo. Como comprenderán nuestros lectores, el eje de estas poleas superiores de transmisión forma parte del árbol motor general del taller, que gira á impulso de una máquina motora.

La fabricación de tornillos y tuercas de diversos tamaños y formas constituye una rama importante de la industria mecánica, y se emplean al efecto hornos de construcción especial, en los que encuentra aplicación la cabeza de revólver. En la máquina de terrajar ó hacer tornillos que representa la fig. 33, dicha cabeza está dispuesta para la recepción de seis herramientas (machos de rosca con los que se terrajan las tuercas), gira en torno de un eje vertical, como en el torno anteriormente descrito, mientras que el carro que la sostiene puede deslizarse longitudinalmente sobre el banco, mediante una cremallera y á impulso de una manivela de cruz. Merced á un mecanismo ingenioso, basta hacer retroceder un poquito el carro para cambiar de herramienta, volviéndose la cabeza en el grado necesario. El pequeño carro transversal que se ve en el

grabado sostiene las herramientas con que se cortan las roscas de los tornillos, y que pueden moverse en sentido vertical y transversal.

La fig. 34 reproduce un torno para terrajar y formar tornillos y tuercas, de construcción distinta del anterior. Su eje, que se mueve á impulso de una rueda de engrane, mediante una polea de gradas situada á un lado, es hueco, y sostiene una caja de centrar, en la que se sujeta, ora la pieza de metal que ha de convertirse en tornillo, ora el macho de rosca destinado á terrajar las tuercas. La cabeza de revólver que en esta máquina gira en torno de un eje

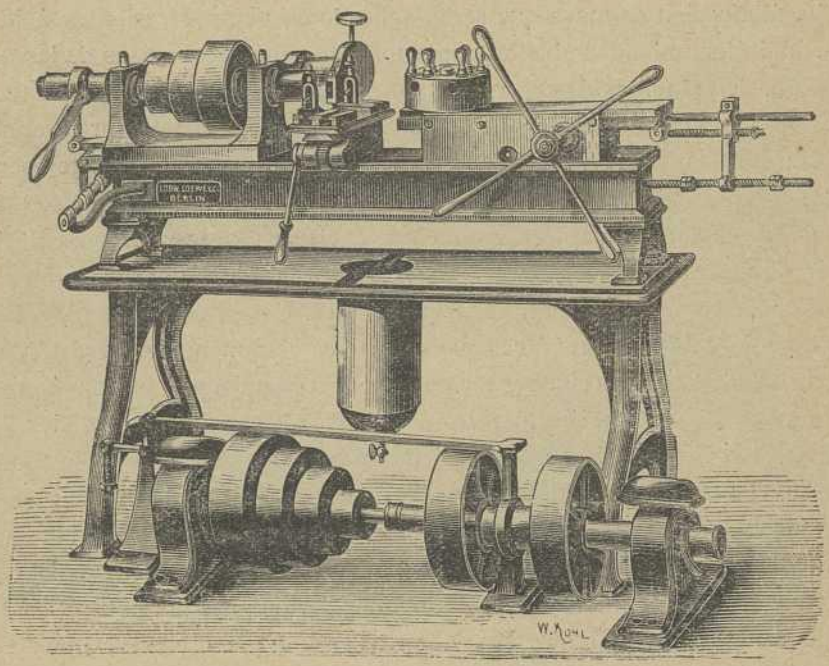


FIG. 33.—Máquina de hacer tornillos con cabeza de revólver.

horizontal, sostiene, según los casos, los cojinetes de terraja con que se cortan las roscas de los tornillos, ó bien las piezas de metal que han de ser convertidas en tuercas; y todo el mecanismo se halla calculado de manera que, ya se trate de un tornillo ó de una tuerca, todas las operaciones se suceden sin parar hasta dejar la pieza concluída, pudiéndose producir tornillos de largo variable y desde 6 á 25 milímetros de diámetro, con las tuercas correspondientes, de forma cuadrada ó hexagonal. Las virutas que se producen y el aceite que siempre se emplea para terrajar, caen en el hueco del banco, pasando dicho líquido á través de un tamiz y acumulándose en el recipiente cilíndrico que se ve en el grabado, y del que, mediante un grifo, se puede sacar para utilizarlo de nuevo.

En la fig. 35 reproducimos otro torno especial, destinado á abrir agujeros

muy largos, que se emplea con ventaja para vaciar cañones de fusil y en otros trabajos análogos. Los taladros, en número de seis ú ocho, se sujetan en una

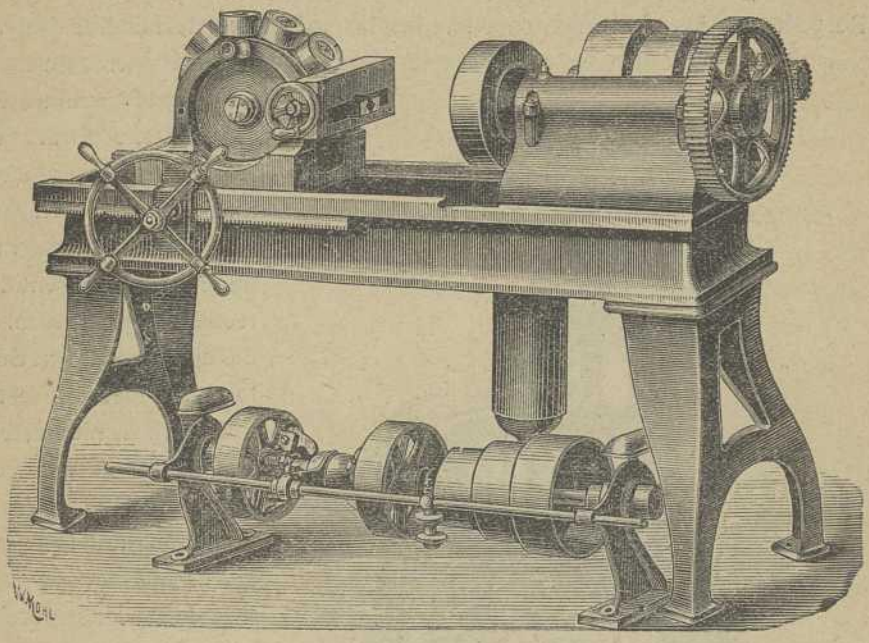


Fig. 34.—Máquina de terrajar para tornillos y tuercas.

cabeza de revólver horizontal y muy prolongada, correspondiendo á cada taladro un tubo que le sirve de guía; el conjunto es susceptible de girar en torno de un eje común, de modo que pueden emplearse sucesivamente tala-

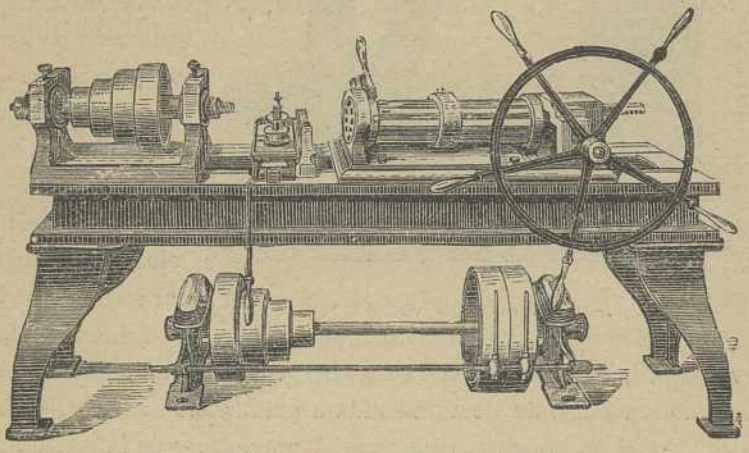


Fig. 35.— Torno para taladrar, con cabeza de revólver.

dros de grueso distinto, y su movimiento de avance lo determina una cremallera y una manivela de cruz.

Máquinas de taladrar.—Se emplean, como indica su nombre, para abrir agujeros redondos ó huecos cilíndricos en el metal macizo, ó bien para ensanchar ó igualar los formados de primer intento en la fundición ó en la fragua.

Respecto de los movimientos en todas las máquinas de taladrar (salvo algunas de construcción excepcional), la pieza objeto de la operación está sujeta, y la herramienta propiamente dicha (taladro ó cincel) gira uniformemente en torno de su eje, y avanza gradualmente en el sentido rectilíneo de este mismo eje de rotación. Sólo por excepción este último movimiento, en vez de ser de avance, es retrógrado.

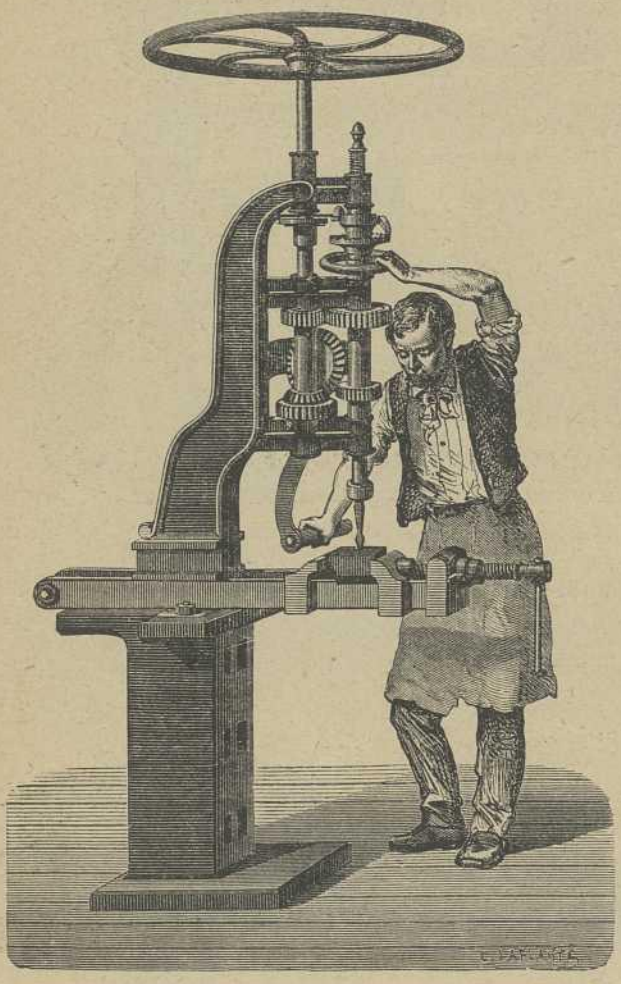


Fig. 36.—Máquina de taladrar, vertical.

Las máquinas de taladrar que se emplean hoy en la construcción mecánica pueden clasificarse en cuatro sistemas principales, que se diferencian, tanto respecto de la disposición de sus partes, como en lo tocante á los trabajos principales que están destinadas á ejecutar. En efecto, se distinguen máquinas de taladrar verticales, horizontales, longitudinales y para cilindros huecos.

Las máquinas verticales sirven principalmente para abrir agujeros redondos en el metal macizo, y se componen esencialmente de una sólida armadura de hierro colado, del eje del taladro con el mecanismo destinado á moverlo, y de la mesa en que se sujeta la pieza por taladrar. La fig. 36 representa una de estas máquinas, muy en boga para trabajos ligeros, en la cual un operario produce la rotación del taladro por medio de una manivela, un volante y los engranajes correspon-

dientes, mientras que con la mano izquierda, y mediante una pequeña rueda, determina el avance, ó sea la bajada del taladro en la medida necesaria, hasta dejar perforada la pieza fija sobre la mesa. Como nuestros lectores comprenderán, se construyen también máquinas del género, de diversos tamaños, para motores mecánicos, es decir, en las que todos los movimientos se ejecutan á impulso del vapor ó de la fuerza hidráulica, por poleas y correas de transmisión.

Las máquinas de taladrar longitudinales son de construcción más complicada, porque en ellas tiene el taladro que ejecutar, además de los dos movimientos ya referidos al hablar de la máquina vertical, un tercero de traslación horizontal; lo que se consigue generalmente de análogo modo que en la máquina de cepillar, reproducida en la fig. 41: el mecanismo giratorio y de avance (bajada) del taladro está sujeto á una plancha vertical, que es susceptible, mediante otro mecanismo, de deslizarse horizontalmente en una corredera de la armadura. Semejantes máquinas son muy útiles para abrir cajeras de cuña, ranuras y otros huecos prolongados, análogos en diversas piezas de maquinaria.

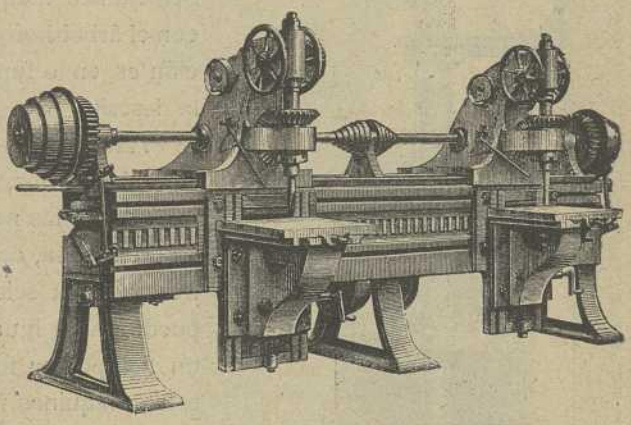


FIG. 37.—Máquina de taladrar, longitudinal.

A veces se modifica su construcción en el sentido de que la mesa que sostiene la pieza, y no el taladro, es la que ejecuta el movimiento de traslación horizontal, como ilustra la fig. 37, que representa una máquina doble, es decir, con dos cuerpos de taladro y dos mesas sujetas á un banco común.

En las máquinas de taladrar, horizontales, el taladro tiene esta posición, en lugar de la vertical, y ejecuta los dos movimientos de rotación y avance ya referidos. Pero estas máquinas no se emplean para abrir agujeros ó huecos cilíndricos en el metal macizo, sino para igualar ó ensanchar los ya formados de primer intento en las piezas, al tiempo de fundirlas ó forjarlas. Se aplican más especialmente, en lugar del torno, para igualar la superficie cilíndrica interna de cojinetes, manguitos de conexión, pequeños cilindros de bomba y piezas análogas.

Las máquinas de taladrar, ó, mejor dicho, de igualar cilindros, como los de las máquinas de vapor y de las bombas mayores, difieren en su construcción de las anteriores, como se ve en la fig. 38. *A A* señalan el cilindro sometido á la operación, que se halla sujeto á la plataforma *B* de modo que su eje coin-

cide con el del árbol *D*; éste es el alma de la referida máquina, pues sirve al par de sostén y de guía al cuerpo del taladro *C*, comunicándole también el movimiento de rotación que le imprime el motor, mediante una polea de transmisión, un tornillo sin fin, *V*, y la correspondiente rueda de engrane, *R*, situados debajo de la plataforma referida. Dicho cuerpo *C* está armado de cuatro cinceles cortos, que durante la rotación van labrando la pared interior del cilindro, y su movimiento de traslación á lo largo del árbol *D*, desde arriba abajo, lo determina un mecanismo de ruedas, *FF*, combinado con una cremallera y las dos varillas *tt* y *t't'*, á cuyos extremos inferiores se halla suspendido el cuerpo *C*. Semejantes máquinas se hacen también con el árbol horizontal; pero su construcción es, en lo fundamental, la misma que la descrita.

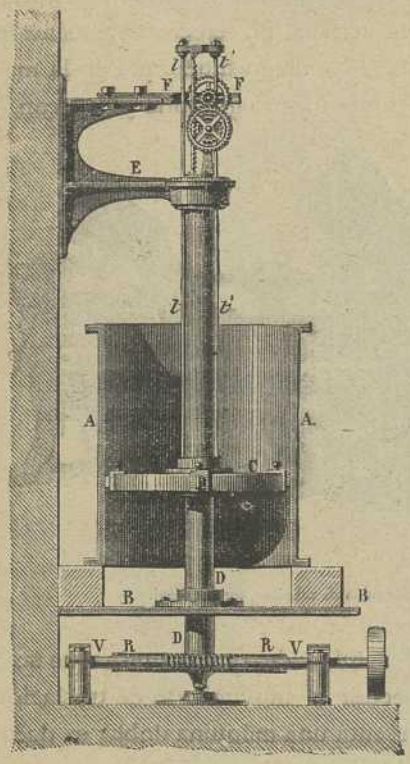


FIG. 38.—Máquina de igualar cilindros.

También las máquinas de taladrar, como los tornos, se han modificado para subvenir á las necesidades de la fabricación en masa, construyéndolas con dos, tres y hasta seis ejes, de modo que se puedan abrir igual número de taladros á un tiempo. La fig. 39 reproduce una de estas máquinas nuevas, provista de seis mandriles que giran todos á la vez mediante las correspondientes correas de transmisión y poleas que se ven en el grabado; los taladros que se atornillan á dichos ejes y no se hallan reproducidos en dicha figura, ejecutan en este caso sólo el movimiento de rotación, y no el de avance, que ejecuta, en cambio, la mesa misma sobre la cual se sujetan la pieza ó piezas por taladrar, á impulsos de un mecanismo de palancas que gobierna un operario con u n pie y una mano. Como en el movimiento de rotación no interviene ningún engranaje, y sí sólo las correas referidas, la máquina que describimos trabaja con mucha suavidad; y diremos, en conclusión, que aunque todos los ejes giran á un tiempo, no es preciso que lo hagan todos con igual velocidad; de modo que, con sólo ajustar á ellos poleas de distintos diámetros, se pueden obtener velocidades desiguales, y por consiguiente aplicar al mismo tiempo taladros de diferentes gruesos; ó, en otros términos, abrir á la vez agujeros mayores y menores. Se construyen también máquinas análogas, en las que los ejes

están dispuestos horizontalmente, y responden á los mismos trabajos que las máquinas de taladrar horizontales con una sola herramienta.

Máquina de cepillar.—Es más moderna que las herramientas mecánicas descritas en las páginas precedentes, y al inventarla á principios de este siglo el insigne mecánico *Reichenbach*, partió de la idea de sustituir el trabajo manual con la lima. Sin embargo, la máquina construída en 1818 por dicho mecánico no obraba mediante una lima, sino por medio de una herramienta mucho más sencilla y barata, el cincel, y era en realidad una máquina de cepillar. Las máquinas de limar, ó fresar propiamente dichas, se construyeron más tarde para determinados usos.

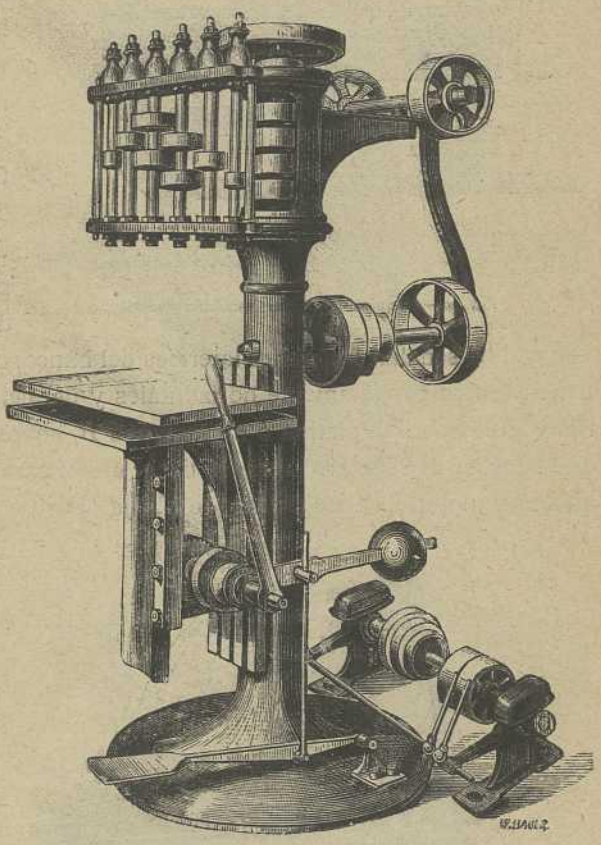


FIG. 39.—Máquina de seis taladros.

Las máquinas de cepillar, actualmente en boga, trabajan por medio de un cincel de boca estrecha ó puntiaguda, que va separando virutas de la superficie de las piezas sometidas á su acción, en líneas rectas, yuxtapuestas y paralelas. Semejante trabajo no difiere, en lo esencial, del de las máquinas de limar, y de aquí que no exista en realidad un límite bien definido entre ambos géneros de máquinas, distinguiéndose principalmente según que su herramienta sea un cincel ó una lima. Pero, generalmente hablando, las máquinas de cepillar propiamente dichas se caracterizan por la mayor longitud de los cortes del cincel que consiente su construcción, y es en algunos casos nada menos que de diez metros, y porque (salvo cortas excepciones) el movimiento de traslación lateral, necesario para producir los cortes paralelos sucesivos, lo efectúa el cincel mismo, mientras que la pieza objeto de la operación, sujeta á una mesa móvil, ejecuta las correspondientes carreras de ida y vuelta en sentido longitudinal. Es verdad que suele considerarse como máquinas de cepillar verticales una serie de herramientas mecánicas, en las

que el cincel ejecuta el movimiento correspondiente á los cortes, en sentido vertical, mientras que la pieza sometida á su acción verifica el de traslación lateral ó circular; con semejantes máquinas, que se emplean principalmente para cepillar los bordes ó contornos de las piezas de maquinaria y labrar ranuras en las mismas, la longitud de los cortes es por necesidad limitada, siendo preferible llamarlas, como se hace en Inglaterra, máquinas de tallar ó formar *(shaping machines)*.

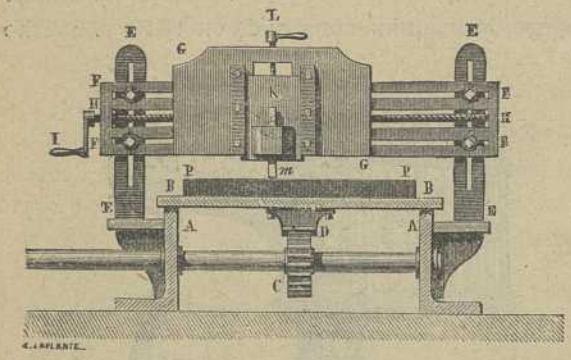


FIG. 40.—Máquina de cepillar: elevación y sección.

Las figuras 40 y 41 muestran la más usual construcción de una máquina plana ú horizontal de cepillar: en la primera, que es un compuesto de elevación y sección transversal, *AA* señalan las partes laterales del banco, cuyos bordes superiores contiene ranuras perfectamente horizontales y paralelas, que sirven de resbaladeras y guías para la platina ó mesa móvil *B*, sobre la cual se sujeta la pieza *P* que se trata de cepillar. La mesa tiene, en su cara inferior, una cremallera, *D*, que engrana en la rueda dentada *C*, fija al árbol motor, cuya rotación determina el movimiento de la mesa; mas como dicho árbol gira de continuo en un sentido y la mesa tiene que ejecutar alternativamente carreras de ida y de vuelta, es preciso introducir un mecanismo que produzca el cambio necesario. Esto se consigue de diversos modos, siendo uno de los más comunes el mecanismo que se ve en la fig. 41, sobre la cara lateral del banco: consiste en un engranaje cónico, fijo en un extremo del árbol motor, y en un árbol secundario sostenido por dos soportes perpendicularmente á aquél, y provisto de tres poleas de transmisión yuxtapuestas; la del medio es una polea loca, es decir, que puede girar libremente en torno del

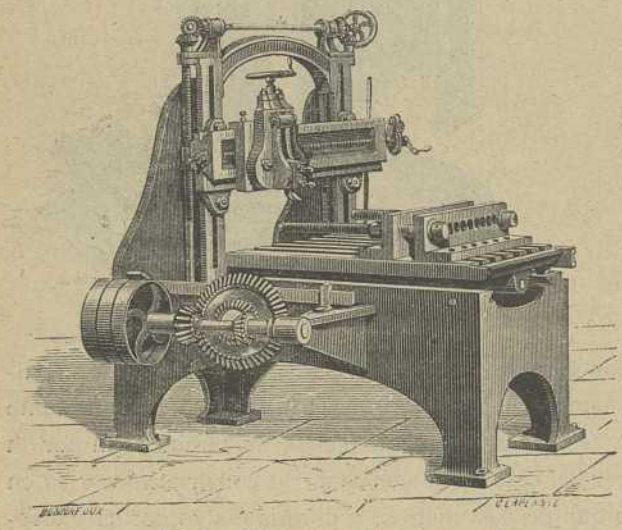
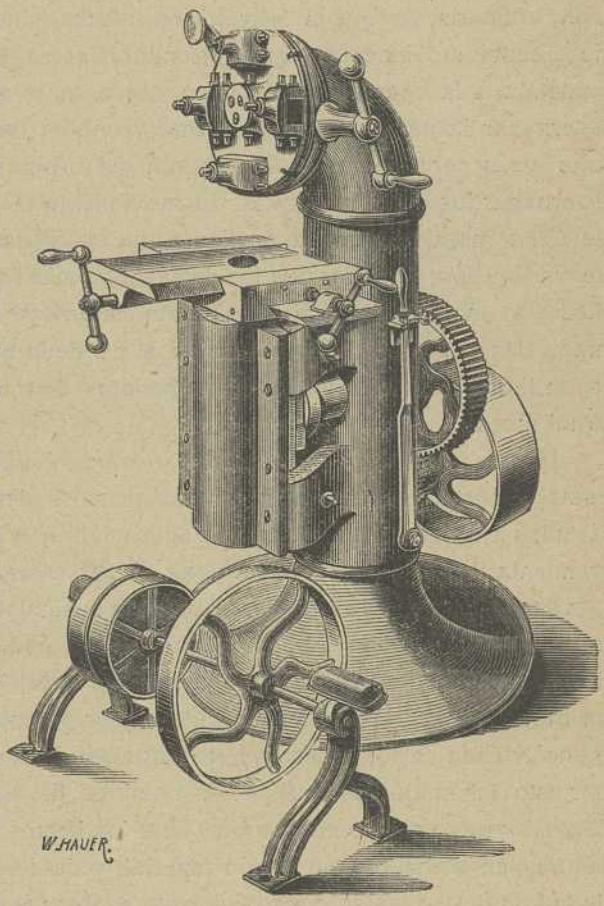


FIG. 41.—Máquina de cepillar: vista general.

árbol sin transmitir á éste movimiento alguno, mientras que las otras dos poleas están acuñadas al árbol y lo arrastran en su movimiento rotatorio. Sobre este sistema de poleas se colocan dos correas, una de las cuales es cruzada, de modo que produce una rotación en sentido contrario á la otra; y mientras una de ellas abraza una polea fija, haciendo girar los árboles en un sentido y arrastrando la mesa en una dirección, la otra abraza la polea loca ó suelta, sin producir efecto alguno sobre la máquina. Al llegar la mesa al fin de su carrera, obliga á las dos correas, mediante una barra corrediza, á mudar de poleas, de modo que la que antes abrazaba la polea fija de delante, pasa sobre la polea loca, mientras que la que abrazaba ésta se desliza sobre la polea fija de atrás; entonces giran los árboles en el sentido contrario y determinan la carrera de vuelta de la mesa. El mecanismo que determina la traslación lateral ó transversal del cincel *m* (fig. 40), consiste esencialmente en un largo tornillo horizontal, *H H*, que puede girar á mano ó de un modo automático, y que, mediante una hembra fija á la parte posterior del carro portaherramienta *C*, produce un pequeño avance del mismo hacia un lado, al emprender la mesa su carrera de vuelta, sosteniendo y guiando dicho carro las cajas de resbaladera *FF*. Por último, un carro secundario, *K*, que puede deslizarse en sentido vertical mediante un tornillo y la manivela *L*, sirve para ajustar el cincel *m* á la altura debida; mientras que este último está atornillado á una pieza articulada (véase la fig. 41), de modo que sólo puede cortar durante la carrera de ida de la mesa, levantándose un poquito durante la de vuelta para dar paso libre á la pieza objeto de la operación.



FG. 42.—Máquina de cepillar ó de tallar.

Entre las muchas máquinas de cepillar verticales, ó de tallar, que actualmente se construyen, llamaremos la atención de nuestros lectores sobre la que reproduce la fig. 42, y que, á los efectos de la fabricación en masa, se halla provista de una cabeza de revólver, análoga á las descritas al tratar del torno. De este modo se pueden emplear sucesivamente, y en un momento, cuatro herramientas distintas, bastando al efecto hacer girar dicha cabeza sobre su eje horizontal. Esta máquina difiere además de las de tallar de construcción ordinaria, en que la herramienta misma (cincel) está fija, es decir, que no ejecuta movimiento alguno, siendo la mesa, y por consiguiente la pieza sometida á la operación, la que se mueve, tanto en la dirección vertical para determinar la acción del instrumento, como en los sentidos lateral y de adeante atrás para presentar á la punta del mismo nuevas partes del metal y determinar los cortes sucesivos. El movimiento de vaivén en sentido vertical de dicha mesa, se verifica mediante una excéntrica, á impulso de una correa de transmisión; mientras que los demás movimientos se producen á mano, por medio de un carro de cruz, que se nota claramente en el grabado con sus dos manivelas. El mecanismo que se ve al pie de la máquina, en el primer plano de la figura, es el de las poleas superiores de transmisión que dependen del árbol motor.

Máquinas de limar, avellanar ó fresar.—La construcción y el empleo de estas importantes herramientas mecánicas se desarrollaron primero en los Estados Unidos, y representan la aplicación de la fuerza mecánica á una herramienta de mano bastante antigua, ó sea el *avellanador* de los cerrajeros, que es una pieza de acero de boca cónica acanalada que se hace girar en un agujero ya abierto con el taladro, con el fin de igualar ó agrandarlo, y que obra como una lima, desgastando la superficie del metal. Dicha herramienta se llama en Francia *fraise*, y en Alemania *fraese*, por parecerse á la valona alechugada ó encarrujada de los trajes antiguos, que así se llamaba en aquellos países, y por esto las máquinas reciben los nombres de *machines à fraiser* y *fraesemaschine* respectivamente; en otro libro las hemos llamado máquinas desgastadoras, en atención á su acción especial, y desde entonces nuestra Academia de la Lengua ha tenido por conveniente adoptar el tecnicismo francés, españolizándolo, de modo que son nombres oficialmente admitidos entre nosotros los de *fresa* para la herramienta misma, y *máquina de fresar* para el aparato mecánico; pero hubiera sido más sencillo y patriótico, á nuestro juicio, acordarse del *avellanador*, que no es otra cosa que una *fresa*, y del verbo *avellanar*, que expresa su acción, y llamar á los nuevos aparatos *máquinas de avellanar*.

La acción de la herramienta en semejantes máquinas es comparable á la de una lima circular que gira velozmente; y es tan segura y rápida, que se presta á la elaboración más exacta de piezas de metal ó madera, aun de formas muy complicadas. De aquí que las máquinas de fresar hallaran pronto mucha

aceptación en diversas ramas de la industria, como la fabricación de armas, relojes, máquinas de coser, etc., en sustitución del trabajo manual con la lima y de las máquinas de cepillar y tallar; tanto más, cuanto que facilitan notablemente la producción de un número infinito de piezas de la misma clase, tan exactamente iguales entre sí y tan perfectamente acabadas, que no necesitan de repaso ó ajuste ulterior. A las máquinas de fresar se debe, entre otros resultados, la precisión con que trabajan las máquinas de coser y la baratura de las mismas; pero la gran exactitud de semejantes herramientas mecánicas resalta más especialmente en la fabricación de los relojes de bolsillo, á cuyo propósito creemos digno de referir el siguiente hecho. Durante la Exposición de Filadelfia (1876), el comisario de Suiza, hombre peritísimo en relojería, visitó una renombrada fábrica americana; le enseñaron varios relojes de bolsillo de diferentes clases y tamaños, señalados cada uno con un número distinto, y le invitaron á escoger uno; hecho esto, le condujeron al almacén donde se guardan aparte, en cajones debidamente numerados, los surtidos de las diferentes piezas que componen los relojes, tal como salen de las máquinas, y dándole unas pinzas le rogaron que fuera apartando las correspondientes á un reloj como el que antes había escogido; entonces pasó el comisario á uno de los talleres y entregó dichas piezas á un operario, el cual, en menos de una hora, las montó, sin repaso alguno, las colocó en una caja y dió cuerda al nuevo reloj, que empezó á marchar con la mayor suavidad.

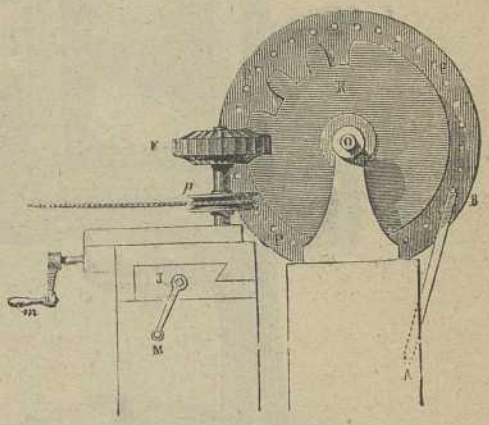


FIG. 43 —Máquina de fresar ruedas dentadas.

Uno de los trabajos que se confían hoy generalmente á la máquina de fresar, en vista de las ventajas que ésta ofrece, es la formación de los dientes de las ruedas de engrane, que muestra la fig. 43. La rueda *R*, que ha de someterse á la operación y cuya periferia debe tornearse previamente, se sujeta á un árbol horizontal *O*, que se coloca entre las puntas de un torno. Sobre el mismo árbol, junto á la rueda, se fija también el llamado disco de divisiones *P*, en el cual se hallan marcadas diferentes divisiones del círculo, por medio de series concéntricas de agujeros, en los cuales entra la espiguita lateral de la palanca *A B*, de modo que se puede sujetar el disco, y con él la rueda en cualquier ángulo respecto de la fresa *F*. Esta, que para el caso en cuestión es circular y está labrada en acero, exactamente con arreglo á la entalladura que ha de cortar entre los dientes de la rueda, se fija sobre el eje vertical del pequeño disco de

rotación *p*, que se puede hacer girar con gran velocidad. Dicho eje se halla fijo sobre el carro *I*, al que se puede imprimir dos movimientos de traslación horizontal, uno en dirección perpendicular al otro, por medio de las manivelas *M* y *m*, y de esta manera la fresa se aproxima gradualmente á la rueda á medida que el corte se va profundizando. En las máquinas verdaderas, de las que nuestro grabado sólo ofrece un esquema, los movimientos referidos se verifican también automáticamente. Excusado parece añadir que, al terminarse una enta

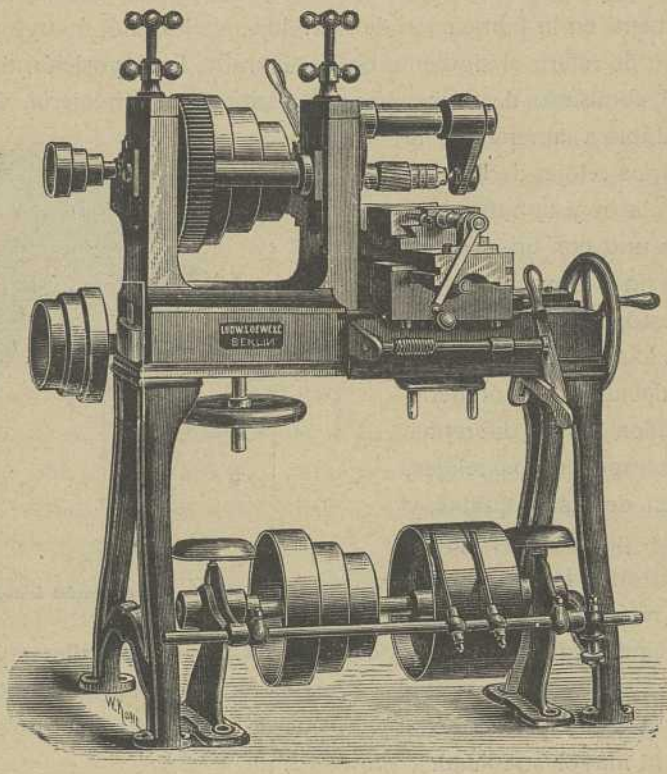


FIG. 44.—Máquina de fresar.

lladura, la espiga de la palanca *A B* se introduce en otro agujero del disco *P*, que se vuelve al efecto en la medida necesaria, y seguidamente empieza la fresa una entalladura nueva.

De modos análogos, y con fresas ó avellanadores de distintas formas, se labran superficies planas, mortajas, ranuras...; en una palabra, pueden ejecutarse casi todos los trabajos que antes se hacían exclusivamente con la lima, no sólo en muchísimo menos tiempo, sino también con mucha mayor exactitud y limpieza. Por esto se construye hoy gran variedad de máquinas de fresar, con arreglo á los diferentes objetos á que se destinan; pero se hacen también susceptibles de aplicaciones diversas.

La fig. 44 reproduce una de ellas, muy á propósito para la fabricación en masa de las diversas piezas de armas de fuego, máquinas de coser, cerrajería, aparatos telegráficos, etc. Un solo operario puede vigilar, sin fatiga, de seis á diez de semejantes máquinas, según la longitud de las entalladuras de las fresas; y en la gran fábrica de herramientas mecánicas de Loewe y Compañía, de Berlín, se hallan funcionando nada menos de 400 de ellas, para producir las piezas más diversas. Como se ve por el grabado, la máquina en cuestión es una especie de torno, con la diferencia de que es la herramienta, ó sea la fresa,

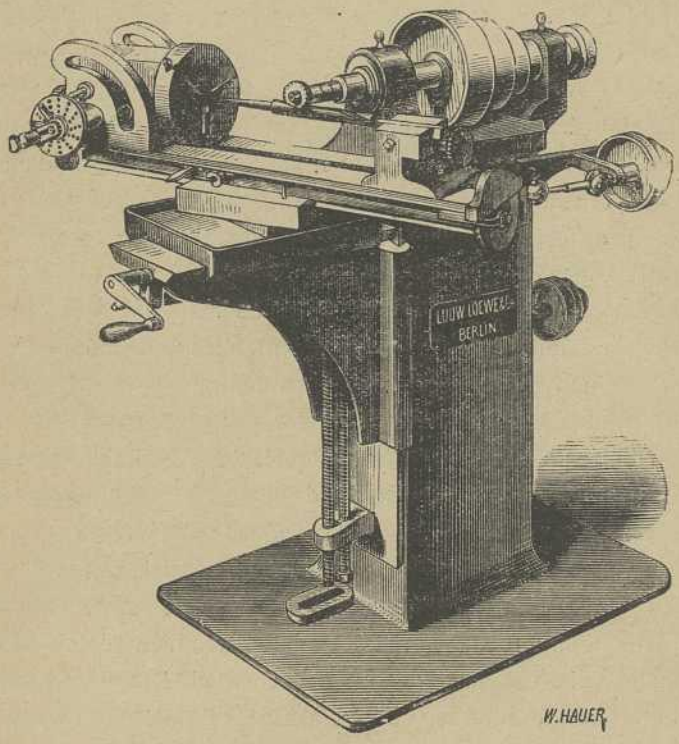


FIG. 45.—Fresa universal.

la que se sujeta entre el eje y el soporte, mientras que la pieza sometida á su acción encuentra su colocación sobre el carro, el cual es susceptible de varios movimientos que se imprimen automáticamente, y en un momento se puede cambiar la fresa cuando se quiere variar el trabajo. El mecanismo que en el grabado aparece al pie de la máquina, es el de las poleas de transmisión superiores.

Otra máquina del género, de construcción muy ingeniosa, es la llamada "fresa universal„ (fig. 45), en vista de las muchas aplicaciones á que se presta. Puede emplearse con ventaja en cualquier taller mecánico, y es más especialmente á propósito para producir barrenas y taladros salomónicos, terrajas, fre-

sas de diferentes formas, engranajes, etc. Difiere de las máquinas de fresar ordinarias en varios puntos importantes: el eje que sostiene la fresa es susceptible de girar en ambos sentidos; posee un mecanismo especial para sostener las piezas que se trata de labrar y hacerlas avanzar y retroceder en sentido longitudinal, en la medida más conveniente; el carro que sostiene dicho mecanismo puede volverse automáticamente en un plano horizontal, situándose bajo los ángulos más diversos, mediante dos articulaciones universales, y es susceptible, además, de otros movimientos, á cuyo pormenor no es menester que descendamos, pues basta lo dicho para que se comprenda su gran utilidad.

Las máquinas de amolar con disco de esmeril pueden considerarse también como máquinas de limar ó fresar; pues aunque se emplean principalmente para tallar objetos de piedra fina y materias análogas, sustituyen con ventaja á la lima en la elaboración de los metales, aun los más duros. Los discos que constituyen la parte esencial, la herramienta, digámoslo así, de dichas máquinas, se forman prensando hidráulicamente una masa compuesta de esmeril de primera calidad, en forma de polvo fino, y un cemento cuya composición es un secreto industrial, pero que consiste principalmente en goma laca.

Hasta aquí nos hemos ocupado tan sólo de las principales herramientas mecánicas que se emplean para elaborar los metales; pues además de las descritas en las páginas precedentes, se han inventado y siguen inventándose otras muchas, destinadas á trabajos especiales, y que constituyen como formas de transición entre las diferentes clases referidas, ó combinaciones de ella, algunas de las cuales tendremos ocasión de conocer en el curso de este tomo. La fabricación de todos estos ayudantes mecánicos, digámoslo así, es el objeto exclusivo de gran número de establecimientos industriales, y se practica también, por vía de accesorio, en los talleres más importantes de construcción de máquinas. No son, sin embargo, más que las herramientas del mecánico; los medios de que éste se vale para producir una variedad casi infinita de máquinas motoras y manufactureras, cuya clasificación intentamos más arriba á grandes rasgos, y muchas de las cuales han ocupado ya nuestra atención en los tomos anteriores de nuestra obra, y en éste, como en los sucesivos, habremos de ofrecer otras varias á la consideración de nuestros lectores. Por el pronto terminaremos el presente capítulo con algunos apuntes generales acerca de algunos medios nuevos de transmitir y utilizar las fuerzas motrices.

TRANSMISIÓN DE LA FUERZA

En las páginas precedentes hemos mencionado repetidas veces las poleas y correas de transmisión, como medio de imprimir el movimiento á las máquinas descritas. En efecto, nuestros lectores han tenido ocasión de observar que

en los talleres ó las fábricas donde se ponen en juego muchas máquinas, ora en una sola planta ó en varios pisos sobrepuestos, se emplea para moverlas un solo motor (máquina de vapor, turbina, etc.), de una fuerza más ó menos considerable, cuyo movimiento se transmite á aquéllas por medio de engranajes, árboles motores secundarios, poleas y correas; correspondiendo á cada máquina, además de la polea de transmisión acuñada sobre el árbol respectivo, una polea loca ó suelta, á la que puede mudarse la correa en un momento, y que permite suspender un trabajo determinado, sin necesidad de parar el motor general y paralizar todas las demás máquinas. Semejante sistema de transmisión de la fuerza motriz dentro del recinto relativamente reducido de un establecimiento industrial, es, en el fondo, muy sencillo, y tan conocido, que no hemos de detenernos más con él; pero merece, en cambio, nuestra atención preferente el importante problema de la transmisión de la fuerza, ó, hablando más propiamente, del trabajo mecánico á largas distancias, que de algún tiempo á esta parte viene preocupando á los ingenieros.

Dado el caudal constante de agua que arrastran muchos ríos y el desnivel de su cauce desde la fuente hasta la desembocadura, la potencia que encierran se cuenta en muchos casos por millones de caballos-vapor. Cazin calcula, por ejemplo, que el Ródano, dando en sus fuentes, situadas á 1.700 metros sobre el nivel del mar, 1.000 metros cúbicos de agua por segundo, contiene una potencia teórica de 23 millones de caballos-vapor, que para los efectos prácticos representa el cuádruplo de la energía efectiva desarrollada por toda la hulla que se extrae anualmente en Inglaterra; y Benot observa, con razón, que pocas de las personas que han contemplado la ingente catarata de Lavárnie, en los Pirineos, cuyo salto vertical mide 422 metros, habrán pensado en que cada metro cúbico de aquel agua, al caer de tan colosal altura, desarrolla nada menos que 4.500 caballos-vapor. Por otra parte, ¡cuán enorme no es la energía desarrollada constantemente por las olas del mar y las mareas! Muchos industriales aprovechan directamente, por medio de ruedas hidráulicas, la fuerza motriz que les brindan los saltos y las corrientes de ríos y arroyos, estableciendo sus fábricas en la proximidad inmediata á ellos; y en la bahía de Cádiz, así como en varios puntos de las costas de Francia, Inglaterra é Irlanda, se utilizan los pequeños desniveles producidos por las mareas para mover molinos harineros y otros artefactos, mediante los llamados rodetes de pozo y las turbinas. Pero se dan casos innumerables en que semejante aprovechamiento directo de la fuerza natural es imposible, ó bien en los que, no siéndolo, no es conveniente por razones económicas; y de aquí la idea de transmitir dicha fuerza á distancia, para que pueda utilizarse en puntos más ó menos retirados de su fuente.

El ingeniero francés *Hirn* resolvió en 1850 el problema, hasta cierto punto, empleando para la transmisión cuerdas de alambre sin fin y las correspondien-

tes poleas; y desde entonces ha tenido este sistema gran número de aplicaciones, y tiende á generalizarse todavía más, por ser el más sencillo, económico y efectivo de cuantos se han ensayado hasta la fecha. Para sólo citar algunos ejemplos, diremos que en Schaffhausen (Suiza), en cuyas inmediaciones se encuentra el célebre salto del Rhin, se utiliza, por el medio referido, una fuerza hidráulica de 150 caballos; en Friburgo (Suiza) se transmiten desde el cauce del río Saane hasta un barrio industrial, situado á una elevación considerable 600 caballos de fuerza de los 3.000 que, según las disposiciones tomadas, podrían utilizarse en caso necesario; otra transmisión semejante se ha establecido en grande escala en la llamada puerta del Ródano, cerca de Bellegarde (Francia), donde se utiliza una fuerza de 750 á 1.150 caballos; y podríamos citar casos análogos en Suecia, Rusia y otros países.



FIG. 46.—Transmisión de la fuerza con una cuerda.

Cuando la distancia á que se trata de transmitir la fuerza no excede de 120 metros, basta una sola cuerda de alambre, que se dispone, en esencia, como indica la fig. 46: *a* es la polea motriz, en comunicación directa con la turbina montada al pie del salto de agua, y *b* la polea destinada á mover el árbol motor de la fábrica á 120 metros de distancia; sobre una y otra se suspende la cuerda de alambre sin fin que transmite el movimiento, sosteniendo su parte superior, *z*, más tirante por medio de una polea, *c*, y su parte inferior, *g*, siempre más floja, mediante las dos poleas c^1 y c^2. Tratándose de distancias mayores de 120 metros, se emplea para la transmisión una combinación de varias cuerdas sin fin, como se ve en la fig. 47 en plano y elevación; en lugar de las poleas intermedias de apoyo, se montan á intervalos determinadas poleas dobles, esto es, con dos acanaladuras, *a*, *b*, *c* y *d*, y se suspende una serie de cuerdas cerradas, de modo que *a b* transmita el movimiento á *b c*, *b c* á *c d*, y así sucesivamente. Las acanaladuras de semejantes poleas corresponden al grueso de la cuerda empleada, que varía naturalmente según la fuerza de cuya transmisión se trata, y suelen revestirse con madera, gutapercha ó cuero, para que la cuerda se adhiera mejor á ellas y no resbale.

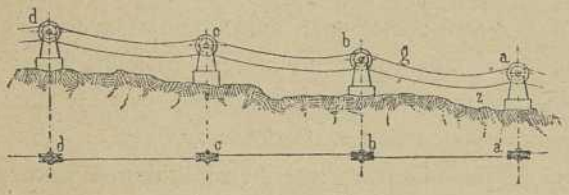
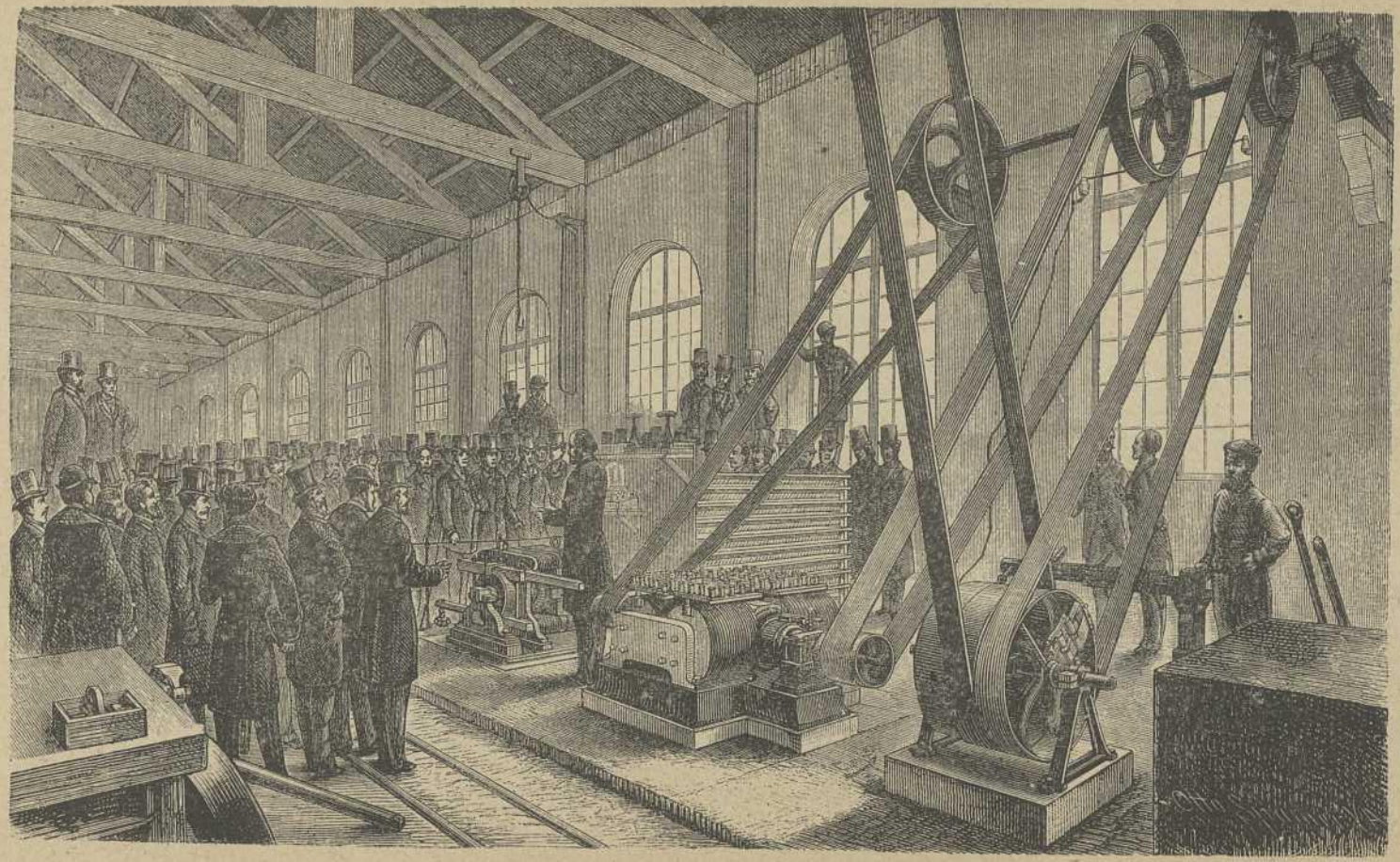


FIG. 47.—Transmisión de la fuerza con cuerdas combinadas.

Otro medio de transmitir la fuerza, ó, mejor dicho, el trabajo mecánico á distancia, ofrece la electricidad, de cuya aplicación se ha ocupado más especialmente, en los últimos años, el francés *Deprez*. La transmisión dinamo-eléc-



Transmisión eléctrica de la fuerza, por Deprez.

trica, como se llama, consiste esencialmente en transformar, mediante una máquina dinamo-eléctrica ó magneto-eléctrica (véase el tomo II de esta obra y la lámina IV adjunta), el trabajo de una máquina de vapor, rueda hidráulica ú otro motor, en una corriente eléctrica, y conducirla por medio de alambres, á un segundo dinamo que bajo su influencia se pone en movimiento, generando un efecto mecánico correspondiente á la fuerza de dicha corriente. Por consecuencia, la transmisión en cuestión supone en todos los casos una máquina motriz, sea ésta de vapor, de gas ó una turbina, una máquina dinamo-eléctrica encargada de convertir el trabajo de aquélla en una corriente, un alambre conductor de la longitud necesaria, y un dinamo secundario que vuelve á transformar la corriente eléctrica en trabajo mecánico. Al principio, sólo lograba Deprez transmitir una fracción relativamente pequeña de la fuerza desarrollada por el motor, representando la mayor parte de la pérdida el calentamiento del conductor; pero merced al empleo de un dinamo primario que genera una fuerza electro-motora considerable, ha conseguido reducir notablemente dicha pérdida y transmitir del 50 al 55 por 100 de la fuerza original, siendo fundadas las esperanzas de llegar algún día al 70 por 100. En 1881 demostró Deprez la posibilidad de transmitir algunos caballos de fuerza, por medio de un alambre de telégrafo ordinario, desde París á Marsella (una distancia, en línea recta, de unos 780 kilómetros); y con posterioridad ha logrado transmitir eléctricamente una fuerza de 40 caballos á 57 kilómetros de distancia. Pero el sistema es todavía inseguro y peligroso, porque, tratándose de distancias considerables, precisa trabajar con una tensión eléctrica muy grande, á menos de emplear conductores sumamente costosos; de modo que por dichas razones, así como por su elevado coste, la transmisión dinamo-eléctrica á distancia no puede competir ventajosamente todavía con otros medios más sencillos y seguros. Para distancias cortas varía el aspecto de la cuestión, pues el sistema de Deprez se ha aplicado con ventaja en diferentes establecimientos industriales; por ejemplo, en el de confección de ropas titulado *A la belle Jardinière*, en París, un motor y un dinamo primario, situados en el sótano, ponen en movimiento gran número de máquinas de coser en los diferentes pisos del edificio; y el mismo sistema se aplica también á los ascensores empleados para elevar personas y mercancías en fondas, almacenes, etc.

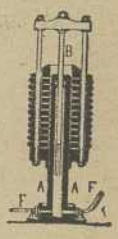


FIG. 48. Acumulador hidráulico.

La transmisión del trabajo mecánico á distancia por medio de la presión hidráulica se halla muy en boga, especialmente para elevar ó mover pesadas cargas, desde que Armstrong inventó el acumulador hidráulico. En su forma más común, consiste éste, como indica la fig. 48, en un cilindro vertical *AA* de 4 á 8 metros de alto por 40 á 60 centímetros de diámetro, y un pistón *B*, cargado con un contrapeso correspondiente á la presión hidráulica que se nece-

sita aplicar; desembocan en el fondo del cilindro dos tubos *F*, *F*, por uno de los cuales penetra el agua procedente de una bomba hidráulica, mientras que el otro se halla en comunicación con la máquina ó artefacto que se trata de mover. Con una bomba de dimensiones convenientes y la fuerza de un solo hombre, aunque naturalmente con una lentitud proporcional, se puede elevar el pistón del acumulador cargado con un peso de 5.000 kilogramos; pero una vez levantado éste y puesto el acumulador en comunicación con la máquina que ha de moverse, el agua fluye hacia ésta con una presión mayor, y actúa sobre su émbolo hasta que la presión queda equilibrada en ambos cilindros.

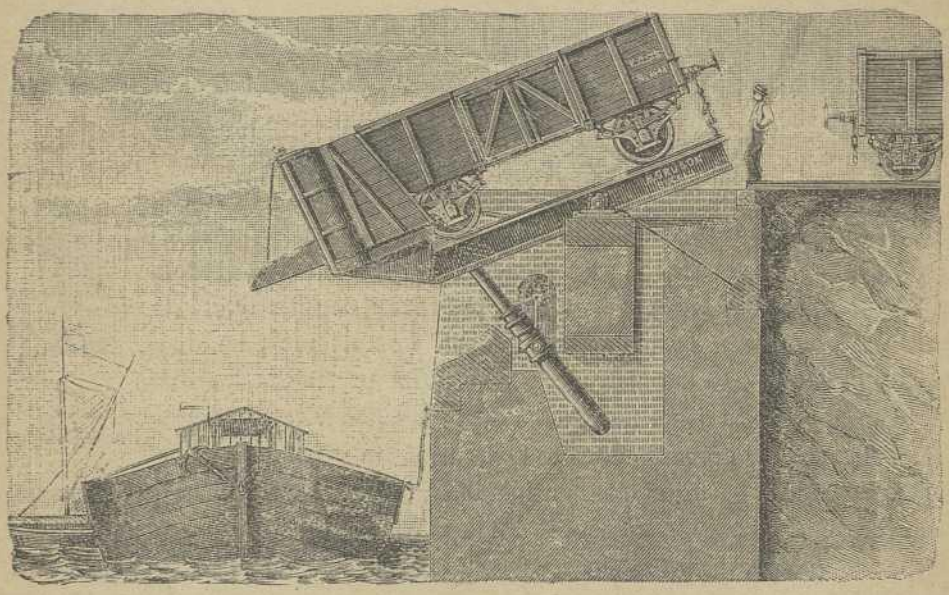


FIG. 49.—Volcador hidráulico.

Por consiguiente, la función del acumulador consiste en almacenar el trabajo de una fuerza relativamente pequeña (bomba hidráulica), actuando durante un tiempo relativamente largo, y entregarlo después á otra máquina, dentro de un espacio de tiempo mucho más corto.

Pues bien: á tan sencillo aparato, en unión con una pequeña máquina de vapor y una bomba hidráulica, se debe, entre otros resultados, la facilidad y economía con que se cargan y descargan muchos buques á un tiempo en los grandes puertos de mar. Tratándose de mercancías que se cargan á granel, como minerales metalíferos, carbón de piedra, etc., entran en juego plataformas volcadoras como la que representa la fig. 49, sobre las que se encarrilan directamente los vagones de ferrocarril cargados; la plataforma descansa sobre un eje horizontal y transversal que puede girar entre dos soportes, y se halla sostenida por otra parte, por el pistón de un cilindro, también giratorio, que comunica

mediante un tubo con un acumulador hidráulico. El contrapeso de éste es menor que el peso de la plataforma y el vagón cargado, de modo que basta abrir un grifo en dicho tubo para que la plataforma se incline hasta vaciar el vagón en el buque junto al muelle; durante esta operación, el pistón de la plataforma va bajando, impeliendo el agua hacia el acumulador y elevando su pistón cargado; pero éste baja á su vez cuando el vagón queda vacío, y en virtud de la presión hidráulica la plataforma recobra su posición normal. Para la carga y descarga de otras mercancías (bultos), hay en los mencionados puertos una serie de grúas hidráulicas, de las que reproducimos una (fig. 50), capaz de elevar una carga de 20.000 kilogramos: hállase sostenida por una sólida cajacónica de hierro forjado, dentro de la que puede girar, y que resguarda también el mecanismo; el cual consiste, en lo fundamental, en tres cilindros que comunican con el acumulador hidráulico, y cuyos pistones pueden ponerse en juego simultánea ó separadamente; para cargas menores de 7.000 kilogramos no se necesita más de un pistón; desde 7.000 á 14.000 son precisos dos, y de 14.000 á 20.000 actúan los tres juntos. Un hombre solo maneja la grúa desde la plataforma superior, y su trabajo consiste sencillamente en abrir ó cerrar los grifos que dan ó cortan el paso al agua.

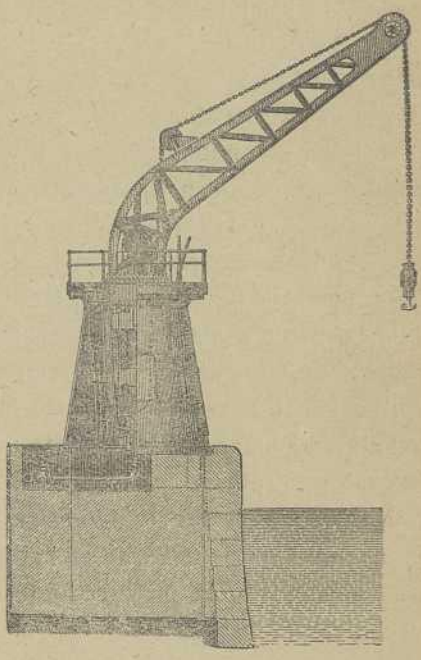


FIG. 50.—Grúa hidráulica.

También se aplica con gran ventaja el sistema en cuestión á la maniobra de puentes móviles, de las esclusas y cajones que cierran las dársenas, de los convertidores de Bessemer en la fabricación del acero, y á otras varias operaciones por el estilo. Pero su utilidad tiende á generalizarse cada vez más como medio de proporcionar fuerza motriz á las pequeñas industrias, desde que Ramsbotton resolvió el problema de construir compendiosos motores de presión hidráulica, que pueden montarse en la habitación ó el taller más reducidos.

De ellos existen hoy día varios modelos, recomendándose más especialmente los de *Mayer*, *Winter*, *Hastie*, *Schaltenbrand*, *Wheeler y Wilson* y *Singer*, de los que los tres últimos se construyen sobre todo para mover máquinas de coser; y en todos ellos el agua, á una presión más ó menos elevada, obra dentro de un cilindro alternativamente sobre una y otra cara de un émbolo, cuyo movimiento de vaivén se convierte en el de rotación, como en las máqui-

nas de vapor oscilantes y horizontales. También se construyen para el mismo objeto pequeñas turbinas; pero tienen el inconveniente de gastar mucha agua. En las ciudades que cuentan con un buen sistema de distribución de aguas es fácil el empleo de semejantes motorcitos hidráulicos en los talleres y las casas, bastando establecer la correspondiente tubería secundaria de derivación; en algunos casos es suficiente la presión hidrostática ó la producida por la bomba general de distribución, mientras que en otros precisa valerse de los acumuladores ya referidos. Donde no hay semejante facilidad es preciso montar ex profeso una estación central, con prensa hidráulica movida á vapor ó con gas, y los acumuladores correspondientes, y distribuir el agua á domicilio de los industriales consumidores por medio de una tubería adecuada. Tales empresas existen actualmente en Inglaterra, distribuyendo agua á la presión de 100, 200 y hasta 300 atmósferas.

El aire comprimido es otro medio potente para la transmisión á distancia del trabajo mecánico, y á su aplicación se debe el feliz éxito de empresas tan atrevidas como la perforación de los Alpes, según tuvimos ocasión de observar en el tomo I de esta obra. En efecto; las máquinas perforadoras se movían en los túneles del Cenis y el San Gotardo por medio de aire comprimido á varios kilómetros de distancia: en Gœschenen, por ejemplo, cerca de la boca suiza del túnel del San Gotardo, se encauzaron las aguas del Reuss, conduciéndolas á turbinas montadas 96 metros más abajo, que desarrollaban una fuerza de 1.400 caballos y ponían en movimiento una serie de bombas compresoras, mediante la cual, y la tubería correspondiente, llegaba continuamente á las perforadoras una corriente de aire á la presión de seis atmósferas. Semejante sistema, en escala mucho más reducida, se halla diariamente en uso en varias minas donde se ha adoptado la perforación mecánica para abrir pozos y galerías. Pero el hecho de que con las bombas compresoras conocidas la tensión no puede pasar de un grado relativamente reducido, limita la aplicación más general del sistema en cuestión; el cual, por otra parte, es muy á propósito tratándose de efectos mecánicos de menor cuantía, como, por ejemplo, la marcha de los relojes neumáticos. En este lugar debemos llamar la atención de nuestros lectores sobre un trabajo reciente (1881) de *Benot*, tan concienzudo como extenso, que forma el tomo IX de las Memorias de la Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales de Madrid, y en el que se ocupa de los medios y recursos más adecuados para recoger y almacenar, digámoslo así, la fuerza de las mareas y de las olas para transformarla en aire comprimido, para conducirla en esta forma donde haga falta y utilizarla en el movimiento de máquinas y aparatos especiales. La movilización de la fuerza del mar, esto es, su transmisión á sitios más ó menos apartados de las costas, donde pudiera aprovecharse con ventaja, es asunto de importancia indiscutible para el desarrollo industrial de un país marítimo, y mucho sería de desear que las laboriosas investigaciones

de Benot condujeran á una solución práctica de tan interesante problema.

En lugar del aire comprimido se emplea ventajosamente, para abastecer de fuerza motriz á las pequeñas industrias, el vacío y la presión atmosférica natural que por su medio entra en acción, existiendo en París (calle Beaubourg) una estación central para este género de transmisión. Una máquina de vapor horizontal de 75 caballos de fuerza mueve una gran bomba neumática, cuyo cilindro se halla en comunicación con la tubería general, en la que se produce un vacío bastante considerable. Los tubos que se ramifican por las calles, debajo del empedrado (véase la figura 51), son de hierro colado, y su diámetro disminuye á medida que crece la distancia de la estación central. Nuestro grabado representa en sección una casa de tres pisos, cuya inquilinos utilizan el sistema de transmisión de que hablamos: en el bajo se ve el taller de un pequeño fabricante de cepillos; en el primer piso, cuatro mujeres

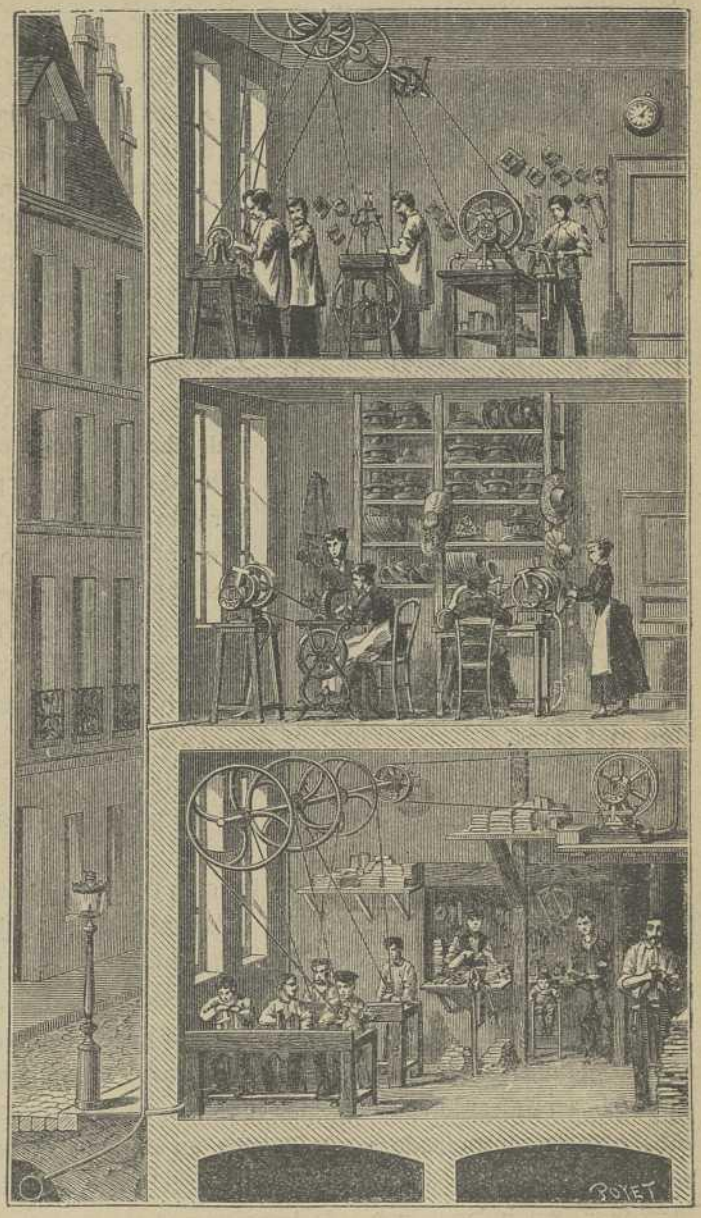


FIG. 51.—Sección de una casa de París abastecida con fuerza motriz por el sistema del aire enrarecido.

se ocupan en laconfección de sombreros, y en el segundo se hacen pequeños marcos metálicos para retratos, etc. Los tubos de derivación que alimentan los pequeños motores, introduciéndose en cada piso á través de la fachada, son de plomo y se hallan provistos de los grifos necesarios para dar ó cortar el aire. Los motores (fig. 52) que la empresa alquila á sus abonados se construyen de tres tamaños, con fuerzas equivalentes á 24, 40 y 80 kilográmetros de segundo (75 de estas unidades equivalen á un caballo-vapor); su acción obedece al principio de que, mientras en un lado del émbolo se rarifica el aire, merced á la influencia de la bomba en la estación central, obra sobre el otro lado la presión natural del aire que penetra desde el taller ó la habitación; de modo que el sistema ofrece también la ventaja no despreciable de promover la ventilación de la pieza, eliminando el aire impuro. Una fuerza equivalente á un caballo-vapor se paga á razón de 50 céntimos de franco por hora; las fuerzas menores resultan algo más caras.

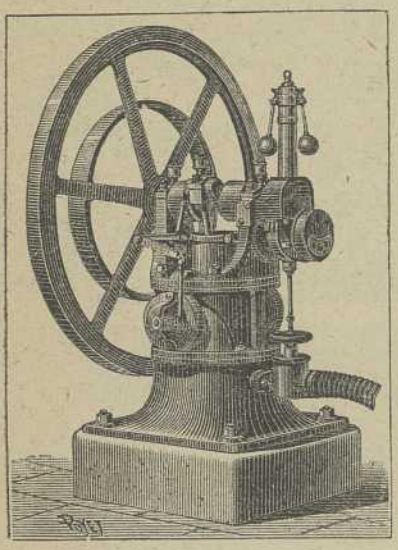


FIG. 52.
Motor de presión atmosférica.

PEQUEÑOS MOTORES INDEPENDIENTES

Como habrán deducido nuestros lectores de las páginas precedentes, la importante cuestión de la transmisión á distancia del trabajo mecánico, ó de la fuerza motriz, interesa, no sólo á la grande industria, sino también á la pequeña, pues la última se favorece ofreciéndole, por medio del agua, del aire ó de la electricidad, porciones mínimas de la fuerza generada en cantidad, ó almacenada, digámoslo así, en una estación central. Pero en contraposición á esta tendencia centralizadora, como cabe llamarla, se ha manifestado en los últimos años otra descentralizadora, que estriba en el deseo de dotar á las pequeñas industrias con motores de poca fuerza y relativamente baratos, que pueden funcionar con independencia de los sistemas de transmisión referidos, y emplearse en puntos donde no existen semejantes establecimientos de distribución de la fuerza motriz.

Si, como parece lógico, excluimos de dichos sistemas especiales los establecimientos ordinarios de abastecimiento de aguas en las grandes ciudades, y las fábricas de gas del alumbrado, cuyo objeto ó razón de ser es otro que el su-

ministro de una fuerza motriz, debemos incluir en la categoría de los pequeños motores independientes, los de presión hidráulica antes referidos, y los de gas, por cuanto pueden utilizarlos los pequeños industriales con el consentimiento de aquellas empresas de utilidad pública, donde éstas existan, ó, mejor dicho, donde la cantidad y presión del agua sea suficiente, y donde pueda producirse más gas del necesario para el alumbrado. No necesitamos volver sobre los pequeños motores de presión hidráulica; porque, aparte de haber dicho ya lo esencial, son los cuyo trabajo resulta más caro, como veremos luego; pero respecto de los motores de gas ampliaremos lo consignado ya en el tomo II (páginas 811 y siguientes) de esta obra con algunos datos de interés para el caso en cuestión, tomados principalmente de un libro reciente del ingeniero Knoke, de Berlín.

Entre los diversos motores de gas construídos con arreglo al principio primitivo de Lenoir, es decir, el de explosión sin condensación, que es sólo aplicable con ventaja para la generación de fuerzas inferiores á 75 kilográmetros, ó sea un caballo-vapor, el que goza actualmente de la mayor aceptación es el de *Ravel*, llamado *Silencieux* (silencioso), que reproducimos en la fig. 53; su cilindro es oscilante, y este movimiento determina la entrada del gas y del aire, así como la salida de los productos de su explosión. Otras máquinas de igual clase, aunque de construcción distinta, también recomendables para fuerzas de 4 hasta 75 kilográmetros (un caballo), son las de *Ord*, *Bénier y Lamart*, *Edwards*, *Foresi* y por último el construído por la Compañía de motores económicos en Nueva York, que se distingue por su sencillez y compendiosidad extremadas.

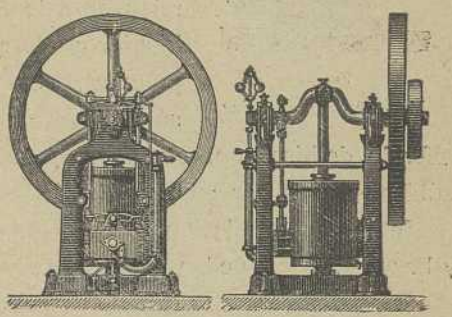


Fig. 53.—Motor de gas, de Ravel.

El tan conocido motor de gas de Otto, que dejamos descrito en el tomo II, *es de los dichos de explosión* con condensación, y se construye en diferentes formas (horizontal y vertical) y tamaños, con fuerza de 25 kilográmetros hasta 60 caballos; el más pequeño, que es vertical, mide 72 centímetros de largo, 85 de ancho y 147 de alto, pesa 360 kilogramos y cuesta 1.000 pesetas; otro, también vertical, de un caballo de fuerza, ocupa una superficie algo mayor que un metro cuadrado, pesa 660 kilogramos y cuesta 1 800 pesetas. Obedece al mismo principio el motor de gas de *Koerting* (fig. 54), que se construye de diferentes fuerzas, desde medio caballo á ocho caballos, ocupando el más pequeño un metro cuadrado y costando 1.000 pesetas. Otros motores del mismo género, igualmente recomendables, son: uno nuevo de *Lenoir*, el de *Benz* y el llamado "diferencial„ de *Atkinson*, que se distinguen por el consumo económico de gas.

Los motores llamados de *combustión* con condensación, á cuyo grupo corresponde el de *Simon*, no son recomendables en la práctica, á pesar de sus ventajas teóricas. En cambio, la máquina de *Bisschop* (fig. 55), que se ha llamado "semiatmosférica„ por el papel activo que se atribuye en su acción al aire, goza actualmente de mucha aceptación para fuerzas pequeñas (desde 12,5 á 37,5 kilográmetros), en vista de su sencillez, su marcha tan regular y la circunstancia de no necesitar grasa el émbolo, si bien consume bastante gas.

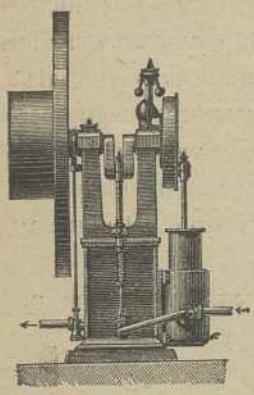


FIG. 54
Motor de gas, de Koerting.

Respecto de este importante factor, podemos decir que los diferentes motores llamados de explosión con condensación, gastan por término medio de 0,75 á 1,0 metro cúbico de gas por caballo y hora, aumentando relativamente el consumo en las máquinas de fuerza inferior y decreciendo proporcionalmente en las más potentes. Los motores de explosión sin condensación son menos económicos que los anteriores, y el último referido, de Bisschop, consume, según la fuerza, á razón de seis á ocho metros cúbicos de gas por caballo y hora.

Intimamente relacionados con los motores de gas, tenemos los de petróleo y bencina, que pueden calificarse de máquinas independientes, en el sentido estricto de la palabra, puesto que cada una lleva consigo, digámoslo así, la fuente de la fuerza. Sólo difieren, en esencia, de los motores de gas, en que el aire introducido en el cilindro, en vez de mezclarse con dicho combustible gasiforme, se satura al paso con petróleo ó bencina, finamente pulverizado por medio de una bombita de construcción especial, y procedente de un depósito cerrado, situado sobre el cilindro ó al pie de la máquina. Prescindiendo de los ensayos hechos á fines del siglo pasado por el inglés *Street* para mover un émbolo mediante la combustión de esencia de trementina y otros aceites análogos, ensayos que coinciden con los de Barber y Lebou para utilizar al mismo efecto gases inflamables, los primeros esfuerzos encaminados á resolver prácticamente el problema en cuestión se deben, al parecer, al norteamericano *Brayton*, y datan de los años de 1855 en adelante. El motor de petróleo que inventó más tarde, tuvo muy buena acogida en los Estados Unidos y en Inglaterra, construyéndose de varios tamaños, desde uno á diez caballos de fuerza, y consumiendo, según los casos, de cinco á nueve décimos de litro de petróleo por caballo y



FIG. 55.
Motor de gas, de Bisschop.

hora; según la fuerza, cuesta de 1.750 á 5.000 pesetas. Posteriormente (1873) apareció otra máquina de petróleo, invención de *Hock*, de Viena, pero que no dió resultados satisfactorios. En los últimos años se ha acreditado un nuevo motor de petróleo debido á *Spiel*, de Berlín, que consume de tres cuartos de litro á un litro de dicho aceite mineral por caballo y hora; y aún más recientemente, la fábrica de motores de gas de *Otto*, en Deutz (cerca de Colonia), ha producido una máquina de bencina, que consume de medio á tres cuartos de litro de este líquido inflamable, por caballo y hora. Dadas la abundancia y baratura de los expresados aceites, es fácil que se generalicen semejantes motores; pero, á pesar de las minuciosas precauciones tomadas en su construcción, su empleo entraña, hasta cierto punto, la contingencia de un incendio.

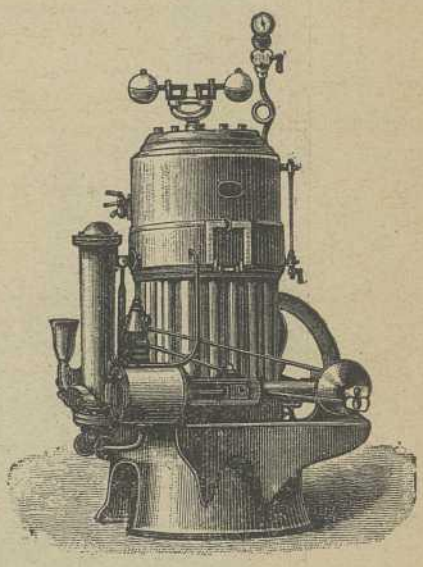


FIG. 56.—Motor de vapor, de Goepel.

Remitiendo á nuestros lectores á lo expuesto en el tomo II de esta obra (páginas 819 y siguientes) acerca de los motores calóricos ó de aire calentado, diremos únicamente que tanto el de *Lehmann* como el norteamericano de *Rider*, de los que dimos grabados en dicho tomo, siguen luchando por su existencia contra los motores de otros géneros, en el terreno de las pequeñas industrias: el primero se construye de diferentes fuerzas, desde un tercio de caballo hasta dos caballos, variando su precio entre 1.700 y 2.200 pesetas; y el de Rider se puede obtener en Europa de la fuerza de un tercio hasta la de caballo y cuarto, por los precios de 800 á 1.950 pesetas.

Aunque para el industrial una caldera de vapor constituye siempre un manantial de cuidados, y por más que la construcción adecuada de semejante aparato en escala reducida ofrece serias dificultades, se ha inventado un número considerable de motores de vapor con destino especial á las pequeñas industrias, y cúmplenos describir en este lugar algunos de los mejores.

El llamado *Simplex-motor* (motor sencillo), debido al ingenio de *Goepel*, y que reproducimos en la fig. 56, se construye hoy por diferentes fabricantes alemanes. El zócalo, revestido interiormente con una masa refractaria, constituye el cenicero, y sobre la rejilla se levanta una caldera tubular, á la mitad de cuya altura, en un lado, se halla la puerta por la que se echa el combustible; mientras que el agua penetra en los tubos á impulso de una bombita, atravesando primero el calentador que se levanta sobre el zócalo en

forma de columnita (á la izquierda en nuestro grabado). Junto á ésta se encuentra el pequeño cilindro horizontal, cuyo émbolo se halla unido, como de costumbre, al árbol motor, en cuyo extremo opuesto está el volante y una polea de transmisión. Una maquinita semejante, de un caballo de fuerza, ocupa muy poco espacio, pesa 800 kilogramos y cuesta 1.875 pesetas.

Las figuras 57 y 58 representan la maquinita inventada por *Pifre*, de Pa-

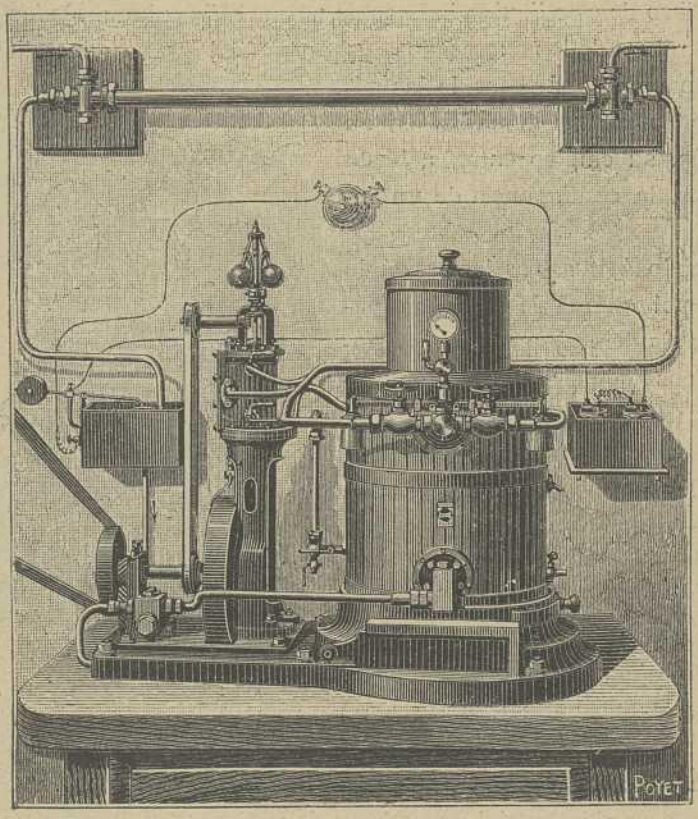


FIG. 57.—Motor de vapor, de Pifre.

rís, que, como la de Goepel, se distingue por lo compendiosa que es. La máquina misma y la caldera están fijas á una plancha de hierro colado, mientras que el condensador y calentador del agua de alimentación se sujetan á la pared. La caldera es vertical y se compone, como indica la sección (fig. 58), de un espacio anular, *A*, destinado al agua, y en el cual se produce el vapor, y de otro cilíndrico interior en cuyo fondo arde el combustible, que se carga desde arriba, llenando con él el tubo *D*; la combustión se verifica en la parte inferior, subiendo los gases calientes entre *A* y *D* en su paso hacia la chimenea, las cenizas caen por la rejilla al cenicero *E*, y la carga de hulla menuda va bajando

gradualmente. La maquinita de vapor, también vertical, que se levanta á un lado de la caldera, no ofrece nada de particular. El vapor, que después de actuar sobre el émbolo escapa del cilindro, se conduce en el tubo *F* al condensador *G*, que no es sino otro tubo más ancho, siempre lleno de agua fría, ydesde aquí baja, en forma de agua caliente, al depósito *K*, pasando desde él, por el tubo *L*, á alimentar la caldera; dicho depósito tiene de un flotador con contrapeso, en comunicación con una campanilla eléctrica, que suena cuando el agua sube sobre el nivel debido.

La máquina que reproducimos es la más pequeña que construye Pifre, y desarrolla una fuerza máxima de un cuarto de caballo, próximamente.

Al mecánico norteamericano *Westinghouse*, célebre por el freno neumático de uso tan común para parar los trenes ferrocarrileros, se debe también la invención de un pequeño motor de vapor, que reproducimos en las figuras 59 y 60. Su construcción obedece á la idea de limitar en lo posible el número de piezas móviles, de facilitar su manejo por personas inexpertas, y de producir un movimiento muy rápido y al mismo tiempo igual y suave. Como indica claramente la vista exterior (fig. 59), compónese esta máquina de dos cuerpos: uno inferior, de una sola pieza de fundición, cerrada herméticamente, pero á cuyo interior se puede tener acceso mediante una puerta (véase fig. 60 *h*), y que atraviesa de uno á otro extremo el árbol motor; y otro superior, que reune en una sola pieza dos cilindros verticales, y entre ellos la caja del mecanismo de distribución del vapor, el cual procede de una caldera independiente, que no figura en el grabado. Ambos cilindros son de efecto simple, es decir, que sus émbolos sólo obran por la presión del vapor sobre su cara superior; inferiormente están abiertos, desembocando en el cuerpo fundamental, y los émbolos se hallan unidos directamente, mediante bielas articuladas, con los dos acodos ó cigüeñas del árbol motor, que tiene al exterior, en uno de sus extremos, el volante y la polea de transmisión. El mecanismo de distribución del vapor se ve en sección en la fig. 60: consta esencialmente de un espacio cilíndrico, dentro del cual puede deslizarse una especie de émbolo formado por dos anillos fijos en la vara *m*; el vapor, que se introduce abriendo una válvula, penetra en

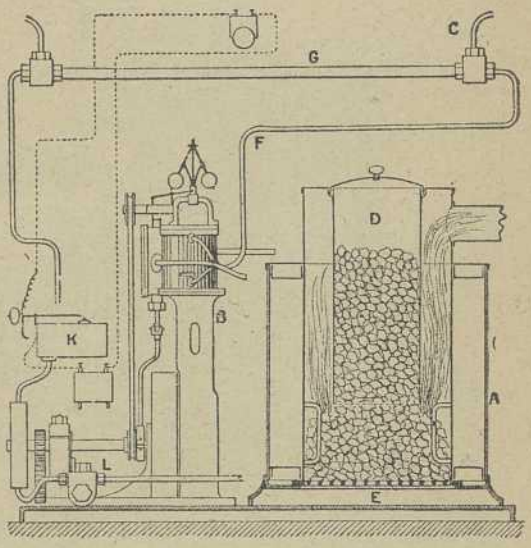


FIG 58.—Sección vertical del motor de Pifre.

el espacio anular *s s*, que, según el movimiento del émbolo, se encuentra en comunicación, ora con un cilindro, ora con el otro, por medio de los canales ó aberturas *p* y *p'*; la salida del vapor usado se verifica por *N*; la vara *m* del émbolo referido está sujeta en una parteinferi or á una caja de resbaladera, ajustada herméticamente y que sirve de guía, y con la cual se articula la vara *r* de la excéntrica *I*, que abraza el árbol motor *H*, siendo superfluo añadir que es esta excéntrica la que determina el movimiento de dicho émbolo, y por consiguiente la distribución alternativa del vapor en los dos cilindros. El engrasado de este mecanismo y de los émbolos principales se verifica de la manera ordinaria, por medio de un aparato fijado al tubo de entrada del vapor (véase fig. 59); pero el de las partes móviles encerradas en el cuerpo inferior de la máquina tiene lugar por medio de tubitos en comunicación con un depósito de aceite (fig. 60 *O*), que sólo se llena una vez por semana. Por último, mediante un regulador centrífugo de construcción especial, que se halla al interior de dicho cuerpo, el movimiento se regulariza perfectamente. Estas máquinas, que pueden funcionar á razón de mil vueltas del árbol por minuto, son muy recomendables en los casos en que conviene imprimir un movimiento veloz á otro aparato sin emplear mecanismos secundarios de transmisión.

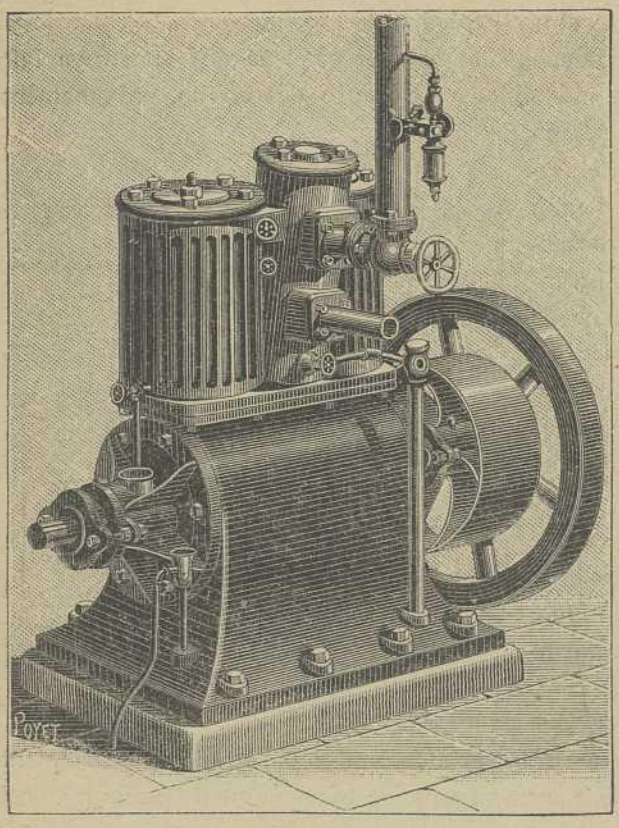


FIG. 59.—Motor de vapor, de Westinghouse.

Por último, debemos llamar la atención de nuestros lectores sobre una maquinita de vapor, invento reciente del ingeniero inglés *Davey*, que, contrario al de la tendencia general de construir máquinas de alta presión, obedece al principio de la baja presión, con lo que aumenta notablemente su seguridad. Como se ve por las figuras 61 á 63, el armazón hueco, de hierro fundido,

constituye la caldera ó el generador del vapor, en cuya parte superior encuentra también colocación el cilindro de vapor *E*. La fig. 61 ofrece una sección vertical en ángulo recto con el árbol motor; la 62 es una vista lateral con sección vertical del condensador; y la 63 una vista de frente con sección del cilindro y corredera de distribución del vapor, así como del hogar. *A* señala el hogar con su rejilla; *B*, el espacio en que se genera el vapor; *C*, el árbol motor; *D*, el volante; *E*, el cilindro de vapor, hecho de bronce; *F*, la biela unida á la vara del émbolo; *G*, la chimenea; *H*, varios tubos transversales en comunicación abierta con el generador, que facilitan el calentamiento del agua; y *K* (fig. 63), una caja elevada y estrecha de sección cuadrada, dividida por un tabique vertical (véase fig. 62) en dos espacios, de los que uno constituye el condensador, comunicando en su parte inferior con la bomba de aire, y el otro es una vía de alimentación que comunica superior é inferiormente con el generador. El vapor utilizado en el cilindro *E* pasa al condensador por el tubo *L* (fig. 63), que contiene una válvula, mediante la cual se puede aumentar ó disminuir la velocidad de la máquina, abriendo más ó menos dicha vía de escape. *M* es un tubo que conduce el agua de un depósito al condensador por la abertura (grifo) *I*, mientras que *N* es el tubo de alimentación del generador, que desemboca (*I'*, fig. 62) en el espacio antes referido y en comunicación con el generador, por las aberturas *a'* y *b'*, de modo que en este espacio el nivel del agua es siempre el mismo que en el generador. *W* es un flotador, provisto inferiormente de una válvula cónica *v*, que corta la salida al agua de alimentación (grifo *I'*, fig. 63), cuando dicho nivel baja demasiado, de modo que la alimentación es automática. *P* es la llamada bomba de aire que vacía el condensador é impele el agua caliente, bien hacia el espacio de alimentación (por el tubo *N*), bien (cuando no hace falta) hacia el depósito *Q*, de donde puede salir libremente afuera.

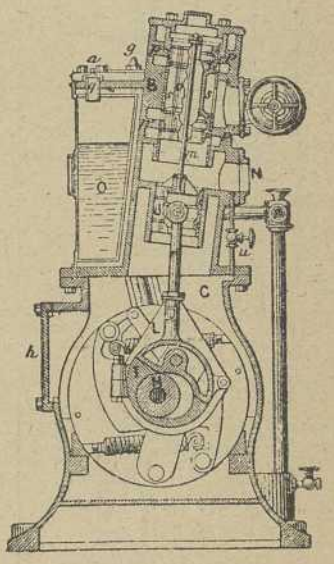
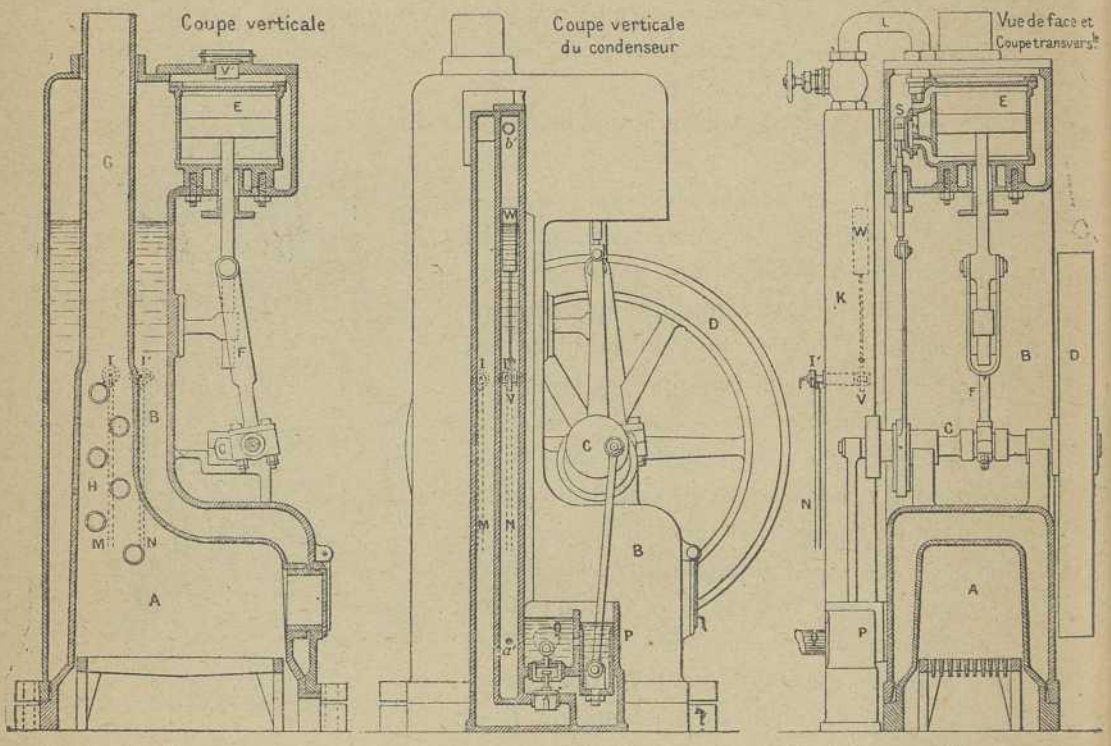


FIG. 60
Sección del motor de Westinghouse.

En cuanto al vapor, que rodea por completo el cilindro *E*, se distribuye alternativamente sobre ambas caras del émbolo, mediante la corredera *S*.

Por último, y esto es en cierto modo lo esencial, el generador contiene válvulas de seguridad que impiden que la tensión del vapor exceda de una atmósfera, evitando así todo peligro de una explosión; de modo que la verdadera fuente de la fuerza reside en el vacío producido por la condensación, y

de aquí que la máquina de Davey suele llamarse *motor de vacío* (en inglés *vacuum-motor)*. Se construye, tanto en Leeds (Inglaterra) como en Alemania (Essen), desde medio caballo á cuatro caballos de fuerza, con peso de 700 á 2.050 kilogramos respectivamente, y por los precios de 1.375 á 2.900 pesetas; respecto del consumo de combustible, no es precisamente económico, puesto que gasta unos tres kilogramos de cok por caballo y hora, si bien ofrece la ventaja de funcionar con combustibles inferiores, hasta con leña menu-



Sección vertical. Vista lateral y sección vertical del condensador. Vista de frente y sección transversal.

FIGURAS 61 Á 63.—Motor de vapor, de Davey.

da, paja, etc.; en cambio no cabe duda de que es de los motores más seguros y cómodos que existen.

Aunque varían bastante en diferentes partes los salarios, así como los precios del agua, gas del alumbrado, aceites y carbones minerales, y que, por lo mismo, semejantes cálculos sólo pueden ser aproximados, son interesantes los de Knoke para establecer el coste de la fuerza de un caballo-vapor, ó sean 75 kilográmetros, desarrollada por el hombre y por los diversos motores pequeños de que estamos tratando.

Teniendo en cuenta el trabajo mecánico del hombre y lo que importa su jornal, el precio de cada clase de máquina, su gasto en agua, combustible,

grasa, etc., y lo que vale su vigilancia, deduce dicho ingeniero que cada caballo-vaporefectivo cuesta diariamente (diez horas):

		PESETAS
Desarrollado..	por el hombre.....	31,25
	por motor hidráulico	23,75
	por motor de gas.....	4,25
	por motor de petróleo.....	4,87
	por motor calórico.....	5,25
	por motor de vapor.....	4,70

Parece, pues, que lo más económico es el motor de gas del alumbrado, al que siguen de cerca los de vapor y petróleo, siendo mucho menos ventajosos los hidráulicos.



ARMAS DE FUEGO [1]

Cañones.—Historia hasta Napoleón I.—Materiales de los cañones.—Fabricación de cañones.—Rayado.—Culeñas.—Carga por la recámara.—Artillería de los diferentes Estados.—*Armas de fuego portátiles.*—Apuntes históricos.—Armas de cañón liso.—Rayado.—Armas con carga por la recámara.—Fusiles de repetición.—Escopetas de caza.—El revólver.—Fabricación de las armas de fuego portátiles.

En la historia de la humanidad, la fuerza fué antes que el derecho; y por más que, andando el tiempo, éste ha acabado por prevalecer sobre aquélla en las relaciones particulares entre los hombres, desapareciendo el juicio por combate, en sus diversas formas, ante los tribunales de justicia, es el hecho, muy lamentable por cierto, que los pueblos civilizados no sólo consienten tácitamente, sino que sostienen mediante sacrificios personales y pecuniarios enormes, y so pretexto de la defensa nacional, el desdichado principio de la fuerza; como si las cuestiones político-internacionales, harto pueriles en tantos casos, no pudieran dirimirse equitativamente ante tribunales de arbitraje instituídos al efecto. Es verdad que, gracias á los esfuerzos incansables de algunos propagandistas de nota, en cuyo corazón y en cuya cabeza laten el sentimiento de la fraternidad y el poder de la razón, contrariando el apego á los absurdos

(1) Esta parte ha sido revisada y adicionada por el capitán de Artillería D. Mariano Dusmet y Aspinor. (N. DEL T.)

tradicionales ó rutinarios, marchamos paso á paso hacia solución tan apetecible; pero entretanto sigue en auge la negra pesadilla de la guerra, se va arraigando en los pueblos y sus Parlamentos un estado muy parecido á miedo cerval, aunque por decoro se llame "previsión„; vótanse impuestos sobre impuestos y decrétanse armamentos y más armamentos, cual si la "última razón„ de las naciones, que diría Calderón, estribara todavía, como en tiempos de César, en prepararse continuamente para la guerra á fin de asegurar la paz.

Siendo así, y dada la estrecha relación que existe hoy entre la construcción de máquinas y la fabricación de armas, especialmente de las de fuego, ocupémonos en primer lugar de estos mortíferos instrumentos.

La historia de las armas de fuego arranca de la fecha en que tuvo origen su empleo, ó, lo que parece igual, la de la invención de la pólvora, toda vez que del conocimiento de este agente nació aquél, siendo tarea enojosa la de transcribir las muchas fábulas y falsedades que los antiguos autores nos han legado sobre esta materia. Unos han querido ver el origen de la artillería entre los indios, apoyándose en el texto de los Vedas; otros afirman haberla empleado ya en sus conquistas Alejandro el Grande, y escritor español tan competente como Álava, en su obra *El Perfecto Capitán*, llegó hasta suponer que Arquímedes fuese el inventor de ella, fundándose en el hecho de haber destruído la flota romana de Siracusa 212 años antes de Jesucristo, confundiéndola, sin duda, con las primitivas máquinas balísticas, con las cuales y el auxilio de una sustancia incendiaria de las entonces conocidas, pudo haberse obtenido aquel resultado.

Respecto al origen de la artillería en España, todos los escritores que se han ocupado de este asunto han tomado sus datos de la obra de D. Josef de Conde, titulada *Historia de la dominación de los árabes en España*, la cual, si bien incurre en algunas inexactitudes, es, en cambio, la más completa y la que por mucho tiempo gozó de más crédito.

Según esta obra, la primera noticia sobre la artillería española puede hallarse en el sitio puesto por el rey D. Alfonso *el Batallador* á la ciudad de Zaragoza en el año de 1118, y respecto del que el autor citado dice textualmente que se cercó esta ciudad acercando á sus muros torres de madera sobre las que se "ponían truenos y otras veinte máquinas„.

A fines del año 1229, el rey D. Jaime *el Conquistador* llevó á la conquista de Mallorca un "funevol„ que lanzaba globos de piedra de gran tamaño, dos "trabuchs„, que lanzaban piedras de menor tamaño y un "manganell turco„ (*al-majanec*) que arrojaba dardos; contando por su parte los sitiados árabes para la defensa, con otros dos "trabuchs„ y catorce "algarradas„ que eran unas especies de balistas de pequeñas dimensiones, capaces de lanzar á largas distancias dardos y piedras.

En el año 1233, y para el sitio de Burriana, en la expedición de D Jaime á

Valencia, se llevaron por el *Conquistador* "dos fundibalos„ siendo todas estas noticias de incontestable autenticidad, por hallarse consignadas en los "Comentari„ escritos por dicho Rey, así como en las "Crónicas„ de Ramón Muntaner, si bien envueltas en la consiguiente oscuridad por la confusión de nombres aplicados por cada autor á los diversos artefactos empleados en la guerra.

El escritor Zurita, en sus *Anales de Aragón*, cita en el año 1331 que, al dirigirse el rey moro de Granada, Mohamed IV, sobre las fronteras de Orihuela, llevaba, entre otras máquinas destinadas á batir sus murallas, "pelotas de hierro que se lanzaban con fuego„; siendo esta noticia la más antigua acerca el uso en España, y por los árabes, de la artillería propiamente dicha, prescindiendo de las máquinas de guerra que acabamos de citar y que por sus imperfecciones y escaso efecto quedaban siempre destinadas á producirlo moralmente, ya que de un modo material sus resultados eran casi nulos.

Desde esta época fuese generalizando en España el uso de la artillería, como lo prueba su empleo en el sitio de Tarifa (1340), por el rey de Fez, "con máquinas é ingenios de truenos que lanzaban balas de hierro con nafta, causando gran destrucción en sus bien torreados muros;„ después el sitio de Algeciras (1342), hablando del cual convienen en un todo los textos cristiano y arábigo en el uso de la artillería "que lanzaba ardientes balas de hierro con tronante nafta„, así como en el empleo en este sitio de dos clases de piezas, una que disparaba "pellas„ y otra, de un calibre mucho mayor, que arrojaba "bodoques„.

Para terminar esta reseña histórica acerca del uso primitivo de la artillería en las diferentes naciones de Europa, diremos tan sólo respecto de Alemania, patria de Schwartz, á quien por mucho tiempo se atribuyó la invención de la pólvora, que, según aseguran los doctores Upmann y Meyer, en los Anales de la ciudad de Gante hallaron una efeméride en la que se habla de la invención de un arcabuz, con fecha de 1313; y en aquel país, siendo esta arma equivalente á la llamada en España "ballesta de trueno„, que procedía de diversas modificaciones introducidas en la primitiva ballesta y consistentes en haber reemplazado la media caña en que se colocaba la flecha, por un tubo que aseguraba la mejor dirección de ésta, el cual, una vez descubierta la pólvora, fué aprovechado para el empleo de este agente, con sólo suprimir el arco y adosarle una recámara móvil.

Respecto á Francia, las más antiguas noticias que conocemos sobre el uso de la artillería datan de 1338, en cuya época dice Froissart que los habitantes de Quesnay lanzaban piedras contra los franceses con bombardas y cañones; y un manuscrito que se conserva en la Biblioteca de Épinal asegura también que en 1304, hallándose sitiada la plaza de Metz, se hizo uso de una culebrina que produjo grandes destrozos en el campo enemigo.

En Inglaterra, aunque algunos autores, entre otros Villani, aseguran que

se hizo uso de la artillería en la batalla de Crecy, en 1346, los datos históricos más verídicos son de que en el año 1378 el rey Ricardo II llevó, con destino á Brest y por vez primera, algunas bombardas de diferentes tamaños.

En Rusia, y según la Crónica de Galitzyn, se empezaron á usar las armas de fuego en 1389; y en Suecia no hay noticias de que se conociesen hasta el año 1400.

El documento más antiguo italiano que conocemos para acreditar el empleo de la artillería en aquel país, es el hallado en el "Archivo de la Riformagioni„ que data de 1326, si bien las armas de fuego á que se hace referencia no eran propiamente piezas de artillería, de las que se hizo uso en él por primera vez en 1394, cuando la invasión de Italia por Carlos VIII, según puede verse en la *Historia de Italia*, de Guicciardini.

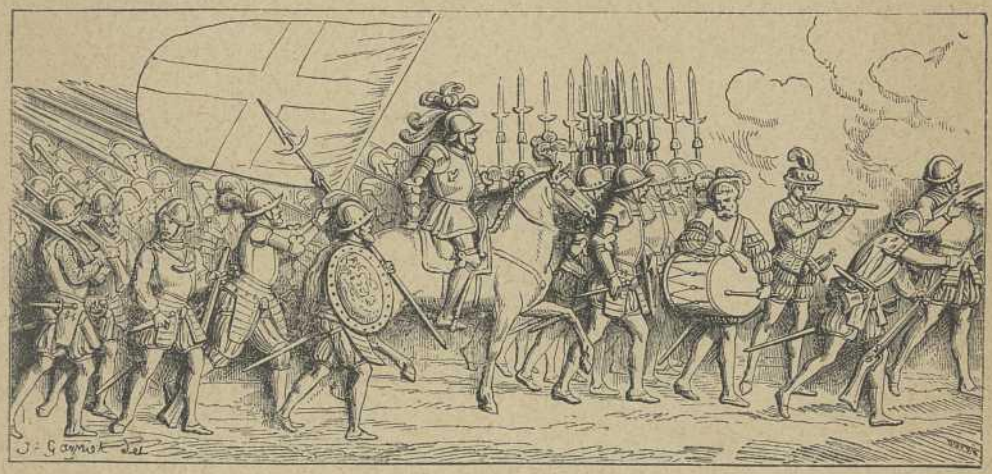
De todo lo dicho se infiere que fué España la primera nación, ó por lo menos una de las primeras en donde se hizo uso de la artillería, empleándose primero para el ataque, y posteriormente para la defensa de las fortalezas; siendo muy probable, como asegura el ilustrado comandante de artillería española Sr. Arántegui, en su obra *Apuntes históricos sobre la Artillería española*, que siéndolo en el sitio de Algeciras, presenciado por multitud de caballeros extranjeros que asistieron á él con el ejército castellano, éstos diesen á conocer, al regresar á su país, las nuevas armas que tal revolución presagiaban para lo porvenir en el arte de la guerra.

Hasta principios del siglo XIV y dada su tosca construcción, las armas de fuego tuvieron escasa importancia, constituyendo el alma de los ejércitos la caballería con sus pesadas armaduras y lanzas (lámina V). La artillería, medio hoy tan poderoso y predilecto de ataque y defensa, era en su origen, y continuó siendo hasta entrado el siglo XVIII, un arma secundaria. Gustavo Adolfo de Suecia echó los cimientos de la artillería de campaña propiamente dicha; Federico el Grande aumentó su eficacia con la creación de las baterías montadas ó volantes, y Napoleón I, que era artillero, creó la verdadera táctica del arma en cuestión, empleándola en masa. La artillería, que antes de su tiempo se distribuía entre los batallones de infantería ó constituía pesadas baterías fijas, recibió de sus manos su independencia y movilidad, y las batallas de Friedland y Wagram demostraron la eficacia de semejante innovación. Las de Dresde y Leipzig, en 1813, son célebres por los formidables cañones con que Napoleón resistió al número superior del enemigo, y apoyó regimientos de infantería y caballería recién formados; el éxito de las campañas austriacas de 1848 y 1849 en Italia y Hungría se debe esencialmente á la artillería, á la que los franceses atribuyen en gran parte las victorias de los alemanes en la guerra última de 1870-71.

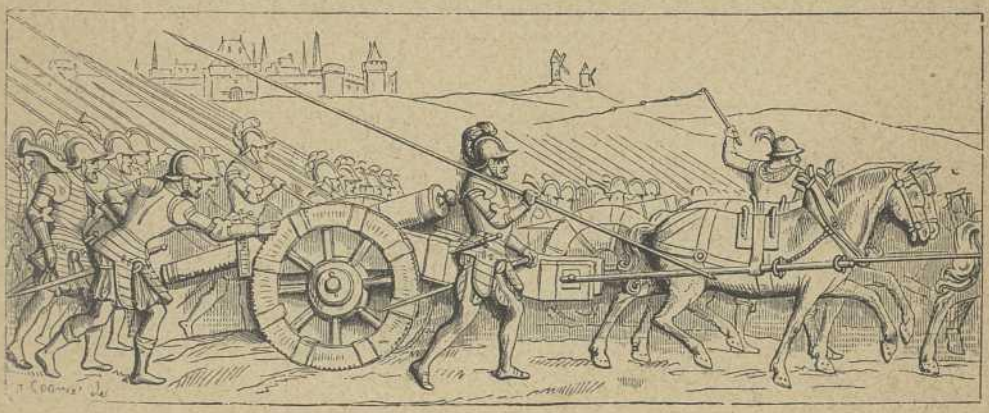
Los primeros cañones fueron toscas vasijas, digámoslo así, desde cuyo fondo la pólvora lanzaba los proyectiles con una precisión apenas superior á



Caballería y piqueros del siglo XV.



Siglo XV. *i.* Mosquetero; *k.* Portaestandarte; *l.* Capitán; *m.* Coronel. *n.* Alabarderos; *o.* y *p.* Tambor y Flautista; *q.* Arcabucero.



Artillería del siglo XV.

las pesadas catapultas y ballestas de la Antigüedad y la Edad Media. Respecto de su forma, no les cuadra otro nombre que el de "mortero,„ si bien los morteros que se emplean actualmente, y prestan tan buenos servicios, son armas mucho más perfectas.

Las primeras piezas de artillería empleadas en España recibieron el nombre de "bombardas,„ siendo la descripción más antigua de estas máquinas de guerra la de Reclusio, en 1376, que dice: *La bombarda es un instrumento de hierro con trompa anterior ancha, en la cual se coloca una piedra redonda ajustada; en la parte posterior existe un cañón doblemente largo, pero de menor diámetro que aquélla, en el que se pone un polvo negro, artificialmente hecho con salitre, azufre y carbón de sauce por la parte de la boca.*

El metal primeramente empleado para estas "bombardas„ fué el hierro forjado, y su construcción consistía en una primera capa de barras ó duelas de unos 15 milímetros de espesor, reforzada con gran número de manguitos ó cércoles, de ancho variable, entre 50 á 60 milímetros; pudiéndose ver hoy algunos ejemplares de esta clase de piezas en el Museo Español de Antigüedades, en el Museo de Guadalajara, y, finalmente, algunos curiosísimos en el Museo del Cuerpo de Artillería, y, entre otras, una de extraordinarias dimensiones y de fabricación mucho más perfecta que todas las demás.

En cuanto á las recámaras empleadas en las bombardas que nos ocupan, se componen, por lo general, de un primer tubo ligeramente tronco-cónico, formado de dos solas barras, imperfectamente soldadas en la parte del enchufe, y recubierto con varios manguitos de espesores iguales, á excepción de los de la parte central, que eran algo menores. Este tubo está taladrado para formar el "fogón„ en dirección perpendicular al eje, y termina en una pequeña cazoleta. Las bombardas fueron siempre piezas de corta longitud, y la relación entre ésta y el calibre de la caña variaba entre 8,4 hasta 2,5. En cuanto á las recámaras, no llegaron, por lo general, á tres calibres de longitud, no excediendo en total, la longitud de la bombarda completa, de diez veces el diámetro de su ánima. La clasificación de esta clase de piezas se hacía en grandes, medianas y pequeñas, con arreglo al peso de la bala ó pelota que debían arrojar, considerándose como el mínimo peso de éstas el de una arroba castellana. Las "bombardetas„ ó "lombardetas,„ derivadas de las anteriores, tenían, respecto de éstas, una diferencia esencial, pues eran piezas largas y de mucho menor calibre.

Tanto una como otra clase de semejantes piezas requerían para su empleo la adopción de un montaje, precisándose la sujeción de la recámara. Las cañas de bombarda correspondientes á los siglos XIV y principios del XV, afectan en su interior la forma cilíndrica ó ligeramente tronco-cónica y sin resalte posterior para el enchufe de la recámara, obteniéndose la unión de la caña con su recámara por medio de una sotabraga de cuerda que, fuertemente

apretada, sujetaba ambas piezas al afuste, manteniéndolos unidos en el momento del disparo. Posteriormente se adoptó la práctica de poner anillos á ambas partes, uniéndose las correspondientes por medio de cuerdas, y, por último, esta unión se obtenía también en ocasiones por el auxilio de un zoquete de madera colocado en la parte posterior y en contacto con la recámara, el cual se aseguraba en su posición por fuertes piquetes clavados en el terreno.

Antes de obtener esta disposición quedaba colocada la carga explosiva en la cavidad interior de la recámara; y si en un principio es de suponer que la cantidad de pólvora variase á gusto del bombardero, á fines del siglo XV se consideraba ya que esta carga debía ocupar los $^3/_5$ de dicha cavidad, y el resto un tapón ó taco de madera que oprimía ligeramente la carga. La pelota se introducía por la boca, acuñándola fuertemente, y la inflamación de la carga se hacía por medio de un hierro candente, encorvado por uno de sus extremos.

Una vez disparada la pieza, debía naturalmente sacarse la recámara, bien desatando las cuerdas que unían las argollas, bien corriendo hacia adelante la bombarda, ó ya retrasando el macizo ó tope posterior para retirar la recámara; cualquiera que fuese el procedimiento que se emplease, fácil es conocer la lentitud en hacer fuego, y de aquí la necesidad de dotar á cada bombarda de dos recámaras ó cañones servidores, tanto para aumentar la rapidez de su juego, como para reemplazar esta parte, de suyo propensa á reventar.

En cuanto al medio de apuntar semejante clase de piezas, se comprende que había de ser variable con la forma exterior y la disposición de su montaje, consistiendo, por lo general, en el empleo de cuñas de madera que, colocadas debajo de la caña, elevaban la boca, obteniéndose así mayores alcances, y fiando tan sólo á la vista la dirección, para lo cual se movía el montaje por medio de palancas, hasta colocarlo en la situación conveniente.

El alcance de los proyectiles disparados por las bombardas que nos ocupan era en extremo variable, dada la tosca construcción de la pieza, pólvora y proyectiles empleados, y siendo tantas las causas que influyen en este alcance; una de estas causas principales, debida al "viento,„ ó sea, en términos técnicos de la artillería, al espacio comprendido entre el proyectil y el ánima del arma, por efecto de la diferencia de diámetros y de la poca esfericidad de aquél, era sin duda de gran influencia en el alcance, y de tal modo reconocida ya por aquel tiempo, que los esfuerzos hechos para anularla mejoraron notablemente las condiciones balísticas de las armas que nos ocupan, llegándose á obtener con ellas, en el siglo XV, resultados importantes; pues según lo escrito en el *régiment* del padre Eximenio, ya á fines del siglo XIV llegaba el alcance ordinario de las bombardas á 2.000 pasos, ó sean unos 1.300 metros, y poco después no es aventurado admitir que el alcance máximo fuese, y aun excediese, de 2.000 metros.

Contemporáneos de las bombardas fueron los "morteros,„ llamados tam-

bién „traboccos„ en Italia, y "trébucs„ en Francia, así como "bombarda trabuquera„ en España, mencionadas por Cosmer en la guerra contra D. Juan II de Aragón, y cuyas armas nacieron de aquéllas, haciendo llegar al límite inferior la relación entre la longitud y el calibre para destinarlas á reemplazar las antiguas "balistas„ en el empleo de los tiros curvos con las armas de fuego.

Una variedad del "mortero„ que nos ocupa es el "pedrero„, así llamado á causa de la calidad de los proyectiles por él usados; y si bien el origen de ambas armas data, como hemos dicho, del siglo XIV, no sucede otro tanto con la "bomba,„ ó sea el proyectil más general para estas piezas, dibujado y descrito por Simón en 1563, ó sea algunos años antes de ser utilizadas por los españoles contra la plaza de Watendok, sitiada por Alejandro Farnesio.

Otra variedad de la primitiva bombarda, y cuya diferencia respecto de ésta resulta bien determinada, es la "cerbatana„ ó "zebratana„ pieza mucho más ligera y de longitud exagerada con respecto á su calibre, hasta el extremo de alcanzar longitudes de 30 á 40 calibres. El proyectil disparado por ellas lo componía un dado de hierro emplomado, pesando la parte de hierro, por lo general, de $\frac{1}{3}$ á $\frac{1}{6}$ del total del proyectil. En España fueron usadas estas piezas por los catalanes en el sitio de Gerona, cuando su rebelión, y por los portugueses, en la batalla de Toro, en 1476.

La "culebrina,„ de empleo posterior, no era sino una cerbatana fundida de una sola pieza, y cuyo empleo en España data del año 1500, en que fueron construídas algunas en la fundición de Málaga.

El "ribadoquín„ era una pieza de artillería intermedia entre la bombarda y la cerbatana, de peso muy reducido para aquella época (2 ó 3 quintales) y de longitud de 20 á 30 calibres.

Los "pasavolantes„ empleados en España desde 1469, eran otra pieza de artillería de mayor movilidad, y cuya velocidad para hacer fuego se aumentaba por el empleo de cuatro ó cinco recámaras, si bien fuera de España también se emplearon con este nombre piezas de excesiva longitud y hasta de nueve varas por los venecianos, en la batalla de Ghiaradadda, y no menores por los turcos contra Rodas.

El "falconete,„ pieza que existía en España á principios del siglo XV, se diferencia notablemente de todas las armas citadas, por su aspecto exterior. Su composición general era de tres duelas ó planchas de hierro, reforzadas por varios manguitos unidos, los cuales se aseguraban por igual número de aros, que á su vez cubrían las uniones de los primeros. En su parte posterior contenía un marco rectangular para el alojamiento de la recámara, y que se unía á la pieza por medio de dos brazos, de forma adecuada para adaptarse á la superficie exterior de aquélla; del lado posterior del marco salía una rabera, que terminaba en una forma redondeada, para ser cogida con la mano y poder con ella dar la dirección conveniente al apuntar el fal-

conete. La recámara, en forma cónica, se introducía en el sitio correspondiente de la caña, apretándola con ella por medio del auxilio de una cuña de hierro de forma curva.

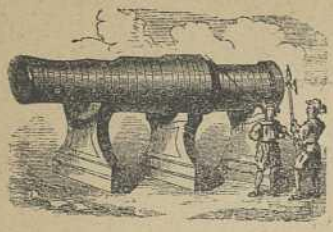
La fabricación de la antigua artillería de hierro de que nos ocupamos fué en España bastante esmerada desde su origen, dado el grado de adelanto de la industria de este metal en las forjas catalanas y en las ferrerías vascongadas; la perfección de los vascos en el trabajo de las piezas de hierro desde el siglo XV se halla comprobada por los apuntamientos de Simancas de 1430 y por el hecho de que el licenciado Ercilla, mayordomo del Artillería en 1576, hiciese construir una pieza de hierro "labrada á martillo,„ que envió á la corte en competencia con las piezas de bronce, empezadas á fabricar á fines del siglo XV, y con gran perfección.

El sistema racional de fabricación de la antigua artilleria de hierro forjada de que tratamos consistía en dar á las barras la curvatura conveniente, por medio de una plantilla circular de hierro, de dimensión adecuada al calibre, y sometiéndola después al trabajo de forja hasta obtener la longitud y forma apetecidas. Una vez forjadas las barras, se repasaban á la lima las superficies laterales, de modo que se obtuviese el mejor contacto, y al propio tiempo construíanse los manguitos, formados por planchas estiradas al martillo, encorvadas en la bigornia y soldadas en la misma sus extremidades; estos manguitos se colocaban en caliente y de modo análogo á los zunchos de los modernos cañones, consiguiéndose por este medio que, al enfriarse, quedasen en íntimo contacto con las barras interiores.

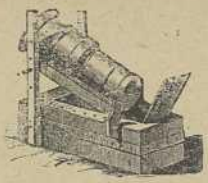
Como dato curioso sobre los precios que alcanzaban en aquella época las piezas de artillería de hierro, construídas por el procedimiento indicado, daremos algunos, tomados de documentos existentes en el archivo de Simancas, y en la inteligencia de que el "ducado„ á que se refieren, era moneda equivalente á once reales de los de nuestros días.

	Ducados.
Una cerbatana de diez palmos de longitud	6
Una lombardeta de nueve palmos y pelota de dos libras	4
Un ribadoquín	18
Una lombarda de diez palmos y pelota de 27 libras	32
Una lombarda de 70 libras de pelota	110

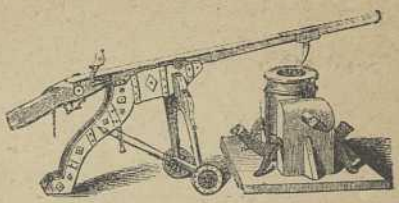
No se tardó en fundir cañones de bronce, muchos de los cuales, como demuestran las piezas conservadas en nuestros Museos, eran verdaderos objetos de arte por sus adornos exteriores, combinados en muchos casos con alguna inscripción en verso, relativa al maestro fundidor ó á las excelencias del cañón mismo. También era muy común dar á cada cañón un nombre, que se veía en su parte superior en letras de molde; y esta costumbre se ha conservado en Francia hasta tiempos muy recientes, pues casi todos los cañones franceses



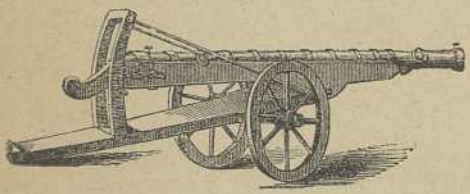
1.—La «Dulle Grete,» de Gante.



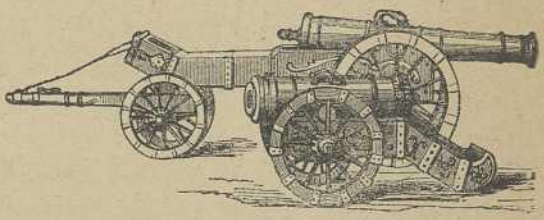
2.—Mortero del siglo XVI.



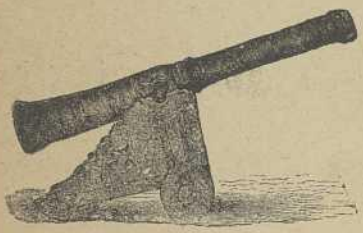
3.—Mosquete de cureña, y mortero del siglo XVII.



4.—Serpentín de la artillería de Carlos el Atrevido, de Borgoña.



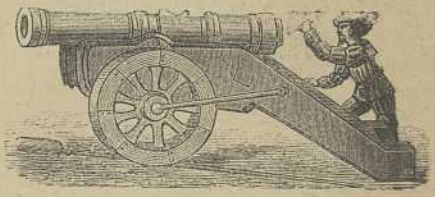
5.—Cañones del siglo XVII.



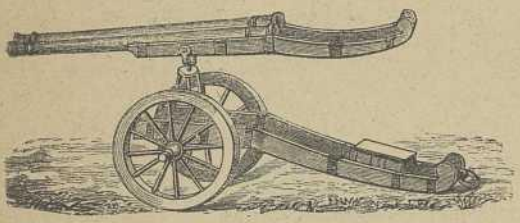
6.—Cañón sueco de cuero, del tiempo de Gustavo Adolfo.



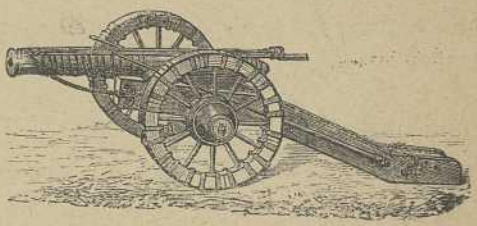
7.—Bombarda doble de fines del siglo XIV



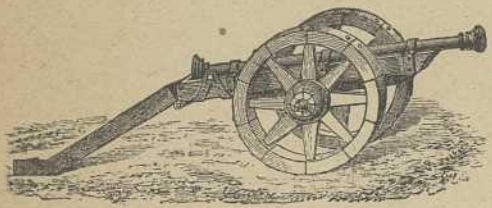
8.—Cañón alemán de á 70, del siglo XVI.



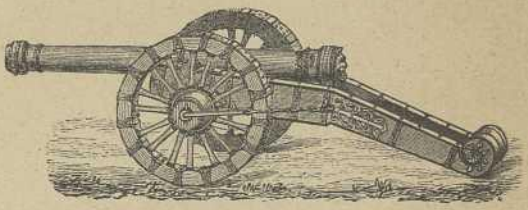
9.—Falconeta doble del siglo XVI.



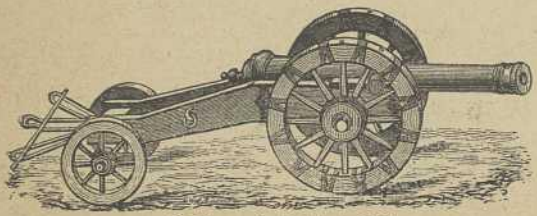
10.—Cañón alemán de á 12, del siglo XVI.



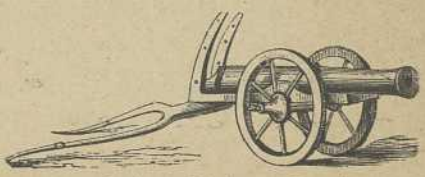
11.—Cañón italiano del siglo XVI.



12.—Cañón francés del siglo XVII.



13.—Cañón español del siglo XVII



14.—Antiguo cañón de montaña, suizo.

tomados por los alemanes en la última campaña, alguno de los cuales eran recién fundidos, llevaban nombres como *L'Observateur*, *L'Aigle*, etc. En España existen piezas de esta clase de "metal„ ó "fuslera„ desde 1380.

Desde antiguo se manifestó el afán de construir cañones monstruos ó de gran calibre: ya en 1414 poseía el príncipe de Brandenburgo un cañón llamado *Faule Grete* (la Margarita perezosa), cuyos proyectiles pesaban 24 libras; en 1422 el sultán Amurath, de Turquía, hizo fundir uno que lanzaba esferas de piedra del peso de 1.100 libras, y en el sitio de Oudenarde, en 1452, los artilleros de Gante (Flandes) emplearon un cañón de 33.000 libras, construído con barras de hierro pegadas al fuego y reforzadas con aros, que llamaban *Dulle Grete* (Margarita la loca) y lanzaba proyectiles de piedra de 680 libras, mediante una carga de 140 libras de pólvora. Pero basta ver semejante monstruo (lámina VI, 1) para comprender cuán difícil era su manejo; y no es extraño que los ganteses tuvieran que abandonarlo en el lugar del sitio, aunque lo recobraron más de un siglo después, llevándolo en triunfo á Gante, donde aún se conserva como curiosidad. En cuanto al monstruo turco arriba citado, estalló en 1453 durante el sitio de Constantinopla. También se registran casos análogos en los anales modernos, como, por ejemplo, la construcción en Inglaterra, hace unos cuarenta años, del mortero de Palmerston, que debía lanzar bombas de 1.500 libras, pero que estalló al cuarto disparo. Sólo desde la introducción de los cañones rayados y proyectiles cilíndricos ha sido posible vencer las dificultades que antes se oponían al empleo de armas de gran calibre.

Para la fabricación en España, durante el siglo XIV, de las primitivas piezas de artillería de bronce, se recurría á los cobres y estaños procedentes de las minas de Urrobi (1340), Orozbetelu, Lesaca, Vera y Berruete (1392), y en el XV, á los de las de Goizueta y Lárraga, siendo también muy probable se explotasen las de Ríotinto, conocidas ya de los romanos, para obtener el litargirio que contenía plata aurífera. Sin embargo de esto, la mayoría de los bronces empleados en España procedía de Berbería y de los Estados Danubianos, siendo la proporción de los metales aleados de 30 por 100, y, por lo tanto, de poca resistencia, y fundiéndose en un principio en hornos de formas muy variadas, hasta el siglo XVI, en que por primera vez se emplearon los de reverbero, descritos por Birunguccio en su obra titulada *Pirotechnia*.

Los moldes de las piezas se construían sobre modelos de madera, torneados en la forma conveniente, empleándose para ellos diversas clases de tierras de compacidad variable, borra de lana y estiércol de caballo, y, por último, cenizas desaladas. A la terminación del siglo XV se establecieron las fundiciones de Baza, Medina y Málaga, que fundían sus cañones en hueco, valiéndose de un "alma„ especial hasta el siglo XVIII, en que Alaritz ideó la máquina de barrenar (1744) y desde cuya época se generalizó la fundición en sólido de las piezas de bronce. Aunque las primitivas piezas de bronce construídas en

España iban provistas de "muñones„ para facilitar su manejo en el montaje ó afuste, no llevaban asas, siendo éstas colocadas por vez primera por el fundidor Pedro Ferrán, en 1540.

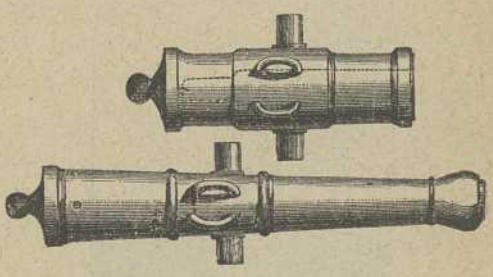
Hasta una época reciente el poder de los cañones se designaba con arreglo al peso de los proyectiles que lanzaban y eran comúnmente esferas macizas de hierro, y se hablaba, por ejemplo, de un cañón de á seis, de á doce libras; pero desde la adopción de los proyectiles cilíndricos ú ojivales, no se habla más (salvo en Inglaterra) que del *calibre* de dichas armas, esto es, el diámetro interior de su tubo; el cañón de á cuatro libras, de antaño, equivale hoy, por sus dimensiones, al de ocho centímetros, y el de á seis libras al de nueve centímetros; pero no subsiste la relación antigua entre el calibre y el peso del proyectil, pues en el cañón último citado, por ejemplo, éste es de catorce libras próximamente, y no de seis.

No es fácil clasificar los cañones que se construían antiguamente: el tubo era, por lo general, muy pesado, y con frecuencia largo en demasía, variando bastante su forma externa, como indica claramente la lámina VI. Lo que hoy llamamos "cañón„ solía llamarse "cuartana„, si era pesado ó de gran calibre, y "culebra„, "culebrina„ ó "falconeta„ si era muy largo y estrecho. El largo de semejantes cañones variaba entre 18 y 30 calibres; es decir, que eran de 18 á 30 veces más largos que el diámetro de su boca. Sus balas ó proyectiles solían pesar desde 8 hasta 120 libras. Otro cañón pesado, pero corto, era el obús (lámina V, 5). Los morteros (en Italia *mortaro*) eran muy cortos y anchos, mientras que las "bombardas„, que respondían al mismo objeto, tenían un largo doble ó triple. Se usaban además diversos cañones ligeros ó arcabuces pesados, montados sobre cureñas, para la defensa de las murallas (lám. VI, 3); y no sólo existían cañones que se cargaban por la recámara, sino que nuestras ametralladoras tuvieron sus antecesores en las bombardas y falconetas dobles (lámina VI, 7 y 9), así como en los llamados arcabuces de granizo ó de órgano, que tenían varios cañones. Las cureñas eran toscas y daban poco juego para variar la dirección del tiro; en el siglo XVI la artillería española y la alemana se servían ya de cureñas con avantrén (lámina VI, 13), ó sea el juego delantero de dos ruedas que tanto facilita las operaciones en campaña; los franceses no adoptaron esta mejora hasta entrado el siglo XVII.

Nuestra lámina VI reproduce varios tipos de los cañones que se usaban en los siglos XV, XVI y XVII, siendo más especialmente notables, por lo curiosos, la *Tolle Grete*, de Gante (fig. 1), la bombarda doble de fines del siglo XIV (fig. 7), la culebrina de Carlos *el Atrevido*, de Borgoña (fig. 4), la falconeta doble (fig. 9), y el cañón de montaña suizo (fig. 4), dispuesto á manera de una carretilla de mano para ser arrastrado por hombres. El mosquete de cureña (fig. 3) y los cañones correspondientes al siglo XVII, son de los que sirvieron en la tristemente célebre guerra de los Treinta años, durante

la cual, y después en las guerras de Luis XIV, se hizo patente la necesidad de dividir la artillería en gruesa, para el ataque y la defensa de las plazas fortificadas, y ligera para las operaciones en campaña rasa.

En Francia, el célebre general de artillería *La Vallière* redujo el número de los diversos calibres de los cañones á cinco, ó sean los llamados de á 24, 16, 12, 8 y 4 libras, de los que algunos de sus contemporáneos querían suprimir también los de á 16 y 8; los cañones mismos seguían haciéndose muy largos (de 22 á 26 veces el calibre) y muy pesados, pero ya quedaban bastante reducidas las cargas de pólvora, generalmente á la tercera parte del peso del proyectil. En 1753, y después de los ensayos practicados por el príncipe de Liechtenstein, los austriacos fijaron los calibres de su artillería de campaña y de sitio: á la primera correspondieron cañones de á doce, seis y tres libras, y obuses de á siete; y á la segunda, cañones de á 24, 18 y 12 libras y morteros de varios calibres; sus cañones de campaña sólo tenían 16 calibres de largo y eran muy ligeros, ventaja por que todavía se distingue la artillería austriaca. Durante la guerra de los siete años (1756-63), los franceses hubieron de reconocer que sus cañones eran demasiado pesados; hecho que condujo á las mejoras introducidas por el general *de Gribeauval*, cuyo sistema de construcción se conservó en parte hasta una época reciente.



FIGURAS 64 y 65.—Cañón y obús de Gribeauval.

Al mismo período, es decir, á fines del siglo pasado y principios de éste, corresponde la determinación científica y práctica del largo del cañón y de su carga. A mediados del siglo XVIII ya habían los prusianos y austriacos acortado sus cañones; Gribeauval fijó la longitud del arma en 18 veces su calibre, y esta proporción se mantuvo hasta por los años de 1830 á 1835. Las mejoras en la fabricación de la pólvora dieron también por resultado un producto más homogéneo y compacto, que ardía mejor; de modo que las cargas se redujeron desde la tercera á la cuarta parte del peso del proyectil, ventaja que permitió acortar todavía un poco, y por consiguiente aligerar el cañón de campaña.

Los calibres empleados durante las guerras de Napoleón fueron en gran parte los establecidos por Gribeauval (figuras 64 y 65); el mariscal Marmont, jefe de artillería de Napoleón, suprimió en 1803 las piezas de á tres y ocho libras, y la artillería de campaña se componía entonces de cañones de á seis y doce libras y de obuses cortos de á siete, aunque el obús no era precisamente del gusto de Napoleón. Este arma representa el término medio entre el cañón y

el mortero, puesto que puede lanzar sus proyectiles, como el primero, según trayectorias muy rasantes ó de poca curva contra blancos verticales, lo mismo que según trayectorias poco rasantes ó de gran curva contra blancos horizontales, como lo hace el mortero; pero su manejo era algo complicado, poca su precisión, é inseguro el efecto de su proyectil especial, la *granada*. Era esta entonces una esfera hueca de hierro colado, igual á las bombas de los morteros, aunque más pequeña, llena de pólvora y provista de una espoleta ó pequeño tubo de madera relleno con pasta de pólvora bien apretada; al hacerse el disparo, se comunicaba el fuego á la espoleta, la cual ardía lentamente durante el paso del proyectil por el aire, y acababa por inflamar la carga, determinando

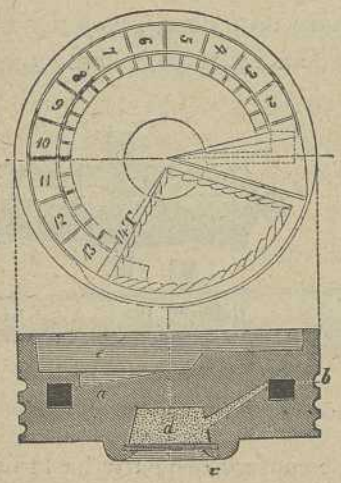


FIG. 66.—Espoleta de tiempos, de Bormann.

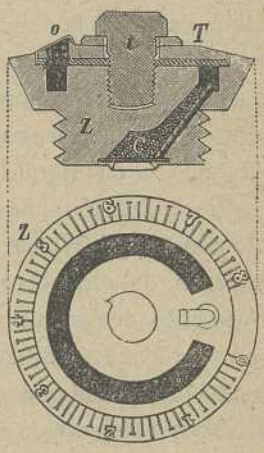


FIG. 67.—Espoleta de tiempos de Breithaupt.

la explosión de la granada, cuyos trozos ó cascos eran lanzados violentamente en torno. Con un par de proyectiles semejantes se podía romper un cuadro de infantería más pronto que por la carga de escuadrones enteros de caballería; pero como no era fácil durante la acción cortar la espoleta con arreglo á la distancia en cada caso, no se tenía seguridad de que la granada estallara en el punto y momento oportunos.

Esta seguridad, sin la que el empleo de los proyectiles huecos pierde mucha de su importancia, se logró más tarde, mediante las llamadas "espoletas de tiempos,„ cuya invención se debe al general belga *Bormann*, natural de Sajonia, y que perfeccionó primero el teniente de artillería de Hesse, *Breithaupt*. La espoleta de Bormann consistía, como indica la fig. 66, en un cuerpo metálico, *a*, formado con una aleación de plomo y estaño, en el que se reservaba una ranura anular, *b*, para la masa de pólvora, que comunicaba con el interior del proyectil mediante la cámara de pólvora *d;* en una depresión superficial de dicho cuerpo ajustaba un disco metálico *c*, graduado con arre-

glo al tiempo de combustión de aquella masa, y que el artillero podría perforar en un momento y en el punto correspondiente á la distancia del blanco. Breithaupt convirtió dicha tapa ó disco fijo en la llamada plancha giratoria de tiempos *T* (fig. 67), que tiene en *O* el fogón y se sujeta en la posición deseada, mediante el tornillo *t*, al cuerpo de la espoleta, y que va provista de la graduación, la ranura para la masa incendiaria y la cámara de comunicación *c*. Esta idea de Breithaupt constituye la base ó punto de partida de todas las espoletas de tiempos inventadas después.

No desconocía Napoleón la importancia de los proyectiles huecos, y sus coroneles *Villantroy y Paixhans* son los creadores de las armas correspondientes; el primero se dedicó á la construcción de morteros, y el segundo á la de los llamados obuses de ese nombre. Los ensayos anteriores, encaminados á lanzar proyectiles huecos con cañones, habían fracasado en su mayor parte, porque se empleaban cargas domasiado fuertes, y los proyectiles estallaban dentro del cañón, que era además, para el caso, demasiado largo. Los obuses introducidos en la artillería desde 1819 eran más cortos, y su alma se estrechaba en la culata, formando la llamada recámara, que también se aplicó en la construcción de los morteros y obuses ordinarios, para el mayor aprovechamiento de cargas variables. La posibilidad de emplear cargas diferentes con el mismo cañón permitía variar la trayectoria de los proyectiles y combatir mejor las diversas obras cubiertas y blindadas, introducidas en las fortificaciones alemanas para proteger á sus defensores. Los obuses prestaban también excelentes servicios contra los buques de madera de la marina de guerra, que subsistieron hasta 1860, como lo demostró la destrucción de la flota turca en 1853, cerca de Sinope; pero acabaron por ceder su puesto á los cañones rayados, que responden mejor al objeto.

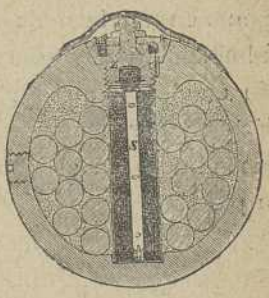


FIG. 68.
Granada esférica de metralla

Un proyectil muy importante, que desempeña papel especial en la artillería de campaña, es la *granada de metralla*, á la que suele aplicarse el nombre de su inventor el general inglés *Schrapnel*, que murió en 1825. La historia de las armas de fuego registra varios ejemplos de proyectiles análogos más antiguos; pero su empleo era escaso antes de la guerra peninsular de 1808-13, adoptándose en la artillería de todos los países después de la mejora de las espoletas de tiempos. Ayudaron á la artillería á mantener su puesto, en un tiempo en que corría riesgo de perder su importancia, merced á la introducción de armas de fuego de mano con cañones rayados. La granada de metralla es esencialmente un proyectil hueco, lleno en parte con balas de plomo, en parte con la carga de pólvora necesaria para que estalle, y provisto al efecto de la

correspondiente espoleta. La fig. 68 reproduce una de las granadas esféricas del género que se empleaban antes con los cañones y obuses lisos: *Z* es la espoleta de tiempos de Breithaupt, y *S* la carga de pólvora de caza, colocada en un tubo ó cartucho de latón, y en torno se ven las balas rodeadas de arena. Mediante dicha espoleta se puede determinar la explosión de semejante granada en un punto dado cualquiera de su trayectoria, y los trozos del casco y las balas resultan lanzados contra el enemigo en un haz de radio cada vez creciente, produciendo el efecto de una descarga de infantería.

El disparo del cañón mismo, ó sea la inflamación de la carga destinada á lanzar el proyectil, se verifica, como dijimos en otro lugar (véase el tomo IV), por medio del llamado estopín de fricción, que es un tubito de latón ó cobre, de unos cinco centímetros de largo, y diámetro correspondiente al fogón del cañón en que se ha de introducir; el tubo se halla relleno ó forrado con una masa de pólvora, en la que se mete el aparato de fricción, consistente simplemente en un lazo de alambre ó cinta metálica, untado previamente con un fulminante, y cuyo ojo se deja sobresalir un poco del tubo. Al colocar el estopín en el fogón, el artillero engancha en dicho ojo una cuerda, llamada tira-frictor, y para hacer fuego hace tiro fuertemente de ellas, arrancando el lazo y encendiendo en el acto el relleno del estopín y, por su medio, la carga de la pieza.

MATERIALES DE LOS CAÑONES

El material con que se fundieron casi exclusivamente los cañones durante mucho tiempo, fué el bronce. Varios ensayos que se hicieron con el hierro colado fracasaron, especialmente tratándose de cañones de campaña; ocurrían con frecuencia desgracias, y la circunstancia de que el hierro colado, menos fluido que el bronce, no llenaba tan bien los moldes y se prestaba poco, por lo mismo, al adorno de las piezas, tan del agrado de otras épocas, contribuyó sin duda á su descrédito. Unicamente Suecia, que disponía de un hierro inmejorable, tuvo de muy antiguo cañones hechos con él, y los empleó con ventaja en campo raso. Los inconvenientes que ofrecía el hierro colado eran su poca solidez y elasticidad, originando su condición quebradiza, que daba lugar á que se abriera ó saltara el cañón al dispararse. Mas cuando la gran revolución y los sucesos siguientes obligaron á los franceses á hacer sacrificios inauditos para dotar á sus ejércitos, y se pedían cañones y más cañones á bajo precio, no hubo más remedio que apelar también al hierro.

Después de las guerras napoleónicas, la ciencia, que había realizado entretanto notables progresos, se dedicó al estudio más exacto de los materiales en cuestión; y el resultado fué que, desde entonces, los cañones de grueso cali-

bre (excepción hecha de los de sitio) se fundieron principalmente con hierro. Pero en atención á la corta elasticidad de este material, se suprimieron los adornos y molduras exteriores que interrumpen las vibraciones del metal al tiempo de disparar; se dió forma redondeada ó semiesférica al fondo del alma, y el tubo se desarrolló al interior casi cilíndricamente hasta los muñones, y con ligera conicidad desde este punto hasta la boca. Esta forma la tienen casi todos los cañones de moderna construcción, porque sus ventajas redundan también en beneficio de otros materiales más resistentes que el hierro colado. En las investigaciones relacionadas con este último se han distinguido más especialmente Bélgica, Prusia y los Estados Unidos norteamericanos; y en 1830 ya propuso el general belga *Huguenin* el refuerzo de la parte posterior del cañón de hierro colado, es decir, la parte en donde tiene lugar la explosión de la carga y expansión más fuerte de los gases, por medio de aros ó zunchos de hierro dulce. En la actualidad, como veremos más adelante, casi todos los cañones de grueso calibre, hechos con las combinaciones carburadas del hierro, se refuerzan de dicha manera, y el procedimiento permite la construcción de cañones enormes.

El bronce se conserva generalmente para los cañones de campaña; pero el material que, comparado con el hierro colado, opone más resistencia contra el poder de los gases, y que, en comparación con el bronce, ofrece mayor dureza al golpe de los proyectiles, é insensibilidad bajo la elevada temperatura de combustión de la pólvora, es el acero fundido, que produjo primero en grandes masas *Federico Krupp*, de Essen. Tal acero es la piedra angular, digámoslo así, de la artillería moderna: su indestructibilidad quedó ya demostrada en los ensayos llevados á cabo en 1849 por la artillería prusiana con un cañón de á tres libras, y por la de Brunswik, en 1854, con uno de granada de á doce. Desde entonces el acero ha probado bien en todas las campañas, habiéndose hecho con cañones del género que nos ocupa, durante una sola batalla, y en el espacio de medio día, más de cien disparos, sin que su alma sufriera la menor alteración. Los cañones de bronce construídos hasta entonces no hubieran resistido en la campaña franco-alemana de 1870-71.

La solidez de los tres materiales referidos, el hierro colado, el bronce y el acero fundido, se halla en la proporción de 1 á 2 á 8, y la relación entre los precios de los cañones acabados es casi la misma. Pero la cuestión presenta distinto aspecto cuando se tiene en cuenta el valor intrínseco del metal; el hierro colado, y más especialmente el acero de cañones usados, sólo tiene el valor ínfimo del hierro viejo, mientras que el bronce, susceptible de tantos usos industriales como expusimos en nuestro tomo IV, conserva un valor igual, por lo menos, á la mitad de su precio original. En los últimos tiempos, y en vista de los hermosos resultados obtenidos á raíz de la investigación profunda de la naturaleza de las combinaciones carburadas del hierro, hanse ocupado los

metalurgos de la mejora del bronce, que venía sosteniéndose en competencia contra el hierro colado y el acero, en gracia de su tenacidad, su duración bajo las influencias atmosféricas y su gran fluidez en la fundición. Los primeros ensayos se encaminaron á mejorar sus propiedades, variando simplemente la composición química de la aleación, y esto condujo á la producción de los bronces de aluminio y de fósforo, de los que el último se creyó al principio muy á propósito para cañones, teniendo después que abandonarlo. Entonces se dirigió la atención de los peritos á modificar los métodos de fundición: el fabricante alemán Kuentzell y el francés Laveissière se dedicaron á fundir cañones de bronce en moldes ó cascos (*coquilles*, matrices) de hierro colado, en lugar de los moldes de marga y arena, antes en boga, y consiguieron de este modo un enfriamiento más rápido de la masa fluida, y con ello mayor densidad y solidez del producto. Si al mismo tiempo se funde el cañón en torno de un alma de hierro, en vez de fundirlo macizo, se obtiene además una superficie interna, que resiste mejor la elevada temperatura de los gases de la pólvora. El general Uchatius ideó además el procedimiento de la condensación del metal desde el interior hacia el exterior, y que consiste en obligar á pasar por el interior del cañón torneado pistones cónicos de acero de diámetro algo mayor, cosa que se obtiene por medio de poderosas prensas hidráulicas. La compresión del bronce, que se consigue de este modo, en combinación con el nuevo método de fundición, presta al metal propiedades tan excelentes, que puede competir hasta cierto punto con el acero. Al reformar su artillería en 1875, con motivo de la adopción del sistema de la carga por la recámara, el Gobierno austriaco adoptó también el nuevo bronce comprimido, llamado bronce de acero, para sus cañones de campaña, y se hizo así independiente de la industria privada, y sobre todo de la extranjera, lo que no le hubiera sucedido de haber adoptado el acero. Más tarde aplicó la mejora á sus cañones de grueso calibre, ó sea á la artillería de sitio. El mismo procedimiento se ha adoptado también para los cañones de bronce, por otros Gobiernos, especialmente los de Alemania, Italia, Rusia y España; y actualmente toda la artillería de sitio y fortificaciones del Imperio alemán se hace con dicho bronce comprimido, llamado allí bronce duro.

FABRICACIÓN DE CAÑONES

Supone operarios muy diestros. Los cañones de bronce, así como los de hierro colado, se construyen por medio de la fundición, empleándose antes al efecto moldes de marga ó arcilla margosa, ó moldes de arena. En el primer caso, como tuvimos ocasión de explicar en el tomo IV de esta obra (véanse las páginas 279 y siguientes), se formaba el molde con la masa arcillosa en

torno de un modelo, también de arcilla; mientras que en el segundo se toma como modelo uno de bronce compuesto de diversas piezas, con las que se forma en la arena húmeda, dispuesta en cajas de hierro, el molde hueco definitivo. Este último procedimiento data en sus principios de los ensayos hechos durante la revolución francesa para la fundición más rápida de cañones; y ofrece la ventaja, sobre el anterior, de que para el mismo calibre puede servir indefinidamente el mismo modelo, mientras que el de arcilla no sirve más que una vez. El metal (hierro colado ó bronce), en cantidad suficiente para un cañón grande ó varios cañones más pequeños, se funde previamente en altos hornos ó en hornos de reverbero, desde los que fluye en una corriente continua hasta llenar los moldes, dispuestos verticalmente en el piso del taller. En el día suelen fundirse los cañones de hierro colado con arreglo al procedimiento del norteamericano *Rodman*, es decir, en torno de un alma hueca; lo que tiene por objeto, mediante la introducción de agua ó aire húmedo, promover el enfriamiento de la pieza desde el interior tanto como desde el exterior; de semejante modo se logra una tensión uniforme del metal, ó, en otros términos, se evita la tensión desigual entre las paredes interiores y exteriores del cañón, que resulta por el procedimiento ordinario, sobre todo cuando la pieza se funde maciza y se barrena después en el torno, y que da margen á roturas al tiempo de disparar, especialmente tratándose de cañones de grueso calibre. En cuanto á los cañones de bronce, ya dijimos más arriba que se ha adoptado para su fundición un procedimiento perfeccionado, con moldes de hierro colado y un alma maciza de hierro, sometiendo después las piezas á una fuerte compresión.

El procedimiento seguido en España y en su fundición de bronces de Sevilla para construir los cañones de bronce comprimido, con los que actualmente están armados gran número de los regimientos de campaña, así como para los de mayores calibres, consiste en preparar previamente la alcación metálica de cobre y estaño hasta una proporción de 8 por 100 de este último, introduciendo en el horno de reverbero parte de bronces procedentes de las antiguas piezas y unos bloks de "metal químico„, es decir, una aleación preparada en las proporciones convenientes para que la liga definitiva resulte también en la relación expresada.

La fundición se verifica en una matriz de hierro dividida longitudinalmente en dos mitades y de forma adecuada para producir los muñones y un anillo "tórico„ que proporciona después el soporte del punto de mira. La referida matriz, después de bien limpia y fregada con arena húmeda, con objeto de desengrasarla, recibe interiormente un baño contra-adherente de caholi disuelto en agua y extendido con una brocha.

Separadamente se construye por el procedimiento antiguo, ya descrito, el molde de barro para la "mazarota„, ó sea la porción de metal que, como sobrante, queda al cañón después de fundido y en su extremo superior, y cuyo

objeto es producir por su gran peso mayor densidad del metal al solidificarse y retardar el enfriamiento de la masa líquida, una vez hecha la colada. La longitud de esta mazarota es próximamente la mitad de la de la pieza.

Tanto el molde de barro de esta mazarota como la matriz de hierro sufren un recocido preliminar de dos horas, y una vez terminado y situada la matriz sobre su basa correspondiente, y afianzados los pernos que sujetan los varios zunchos que la rodean, se sitúa el molde completo en la fosa inmediata al horno (la boca del cañón hacia abajo) rodeándolo de carbón vegetal encendido para calentar esta matriz al rojo oscuro, teniendo cuidado de apagarlo con tierra húmeda momentos antes de hacerse la colada. En esta disposición recibe el metal fundido del horno, con una temperatura que varía entre 1.600 y 1.900 grados centígrados, y permaneciendo allí veinticuatro horas, transcurridas las cuales se saca el block fundido en sólido, quitándole la matriz metálica y el molde de barro de la mazarota.

En seguida pasa dicho block á trabajarse, empezando por marcarle en un banco adecuado los dos extremos del eje de revolución, que ha de conservar en las operaciones sucesivas, cortándosele la mazarota y abriéndole, por último, en un torno ó "banco de barrenar„ el barreno provisional del ánima, con diámetro naturalmente menor del que haya de quedar en definitiva.

Pasa después el cañón á la prensa hidráulica de gran potencia para sufrir la compresión interior, la cual recibe dentro de la misma matriz en que se fundió, reforzada exteriormente con gran número de zunchos de bronce, sujetos por fuertes pernos roscados. La compresión es general en un principio á todo lo largo del tubo, verificándose por medio de compresores de acero sucesivos y de mayor diámetro que el hueco que han de ensanchar, y que, fijos á un extremo de la prensa, penetran en el barreno del cañón, de culata á boca, á medida que éste es impulsado longitudinalmente y en sentido horizontal por el pistón de la prensa hacia dichos compresores.

Estos compresores de acero muy duro tienen una forma sensiblemente tronco-cónica en su totalidad, componiéndose de una parte cilíndrica de diámetro igual al obtenido con el anterior compresor; después una canal curva, destinada á mantener el lubrificante; luego un cuerpo tronco-cónico, con su base menor hacia adelante, que es lo que produce la verdadera compresión; en seguida otra parte cilíndrica, que asegura esta compresión de la reacción elástica originada por el metal, y, por último, un cuerpo cilíndrico de menor diámetro que le sirve de unión al vástago del compresor. Todas las aristas, ya extremas, ya de unión, están perfectamente redondeadas. Concluída esta compresión por igual á toda la extensión del tubo-cañón, se pasa, por un procedimiento análogo, á comprimir los espacios que comprenden las recámaras del proyectil y del cartucho. El lubrificante empleado en estas operaciones es el sebo y la plombagina, mezclados.

Terminada la compresión, y libre el cañón de los zunchos y la matriz, pasa á ser torneado exteriormente; después al torneado de los muñones, en máquina especial para este objeto; luego al cepillado de entre muñones y de la parte de anillo tórico que excede de lo necesario para el soporte del punto de mira; en seguida al rayado, apertura de la mortaja, alojamiento de la cuña-cierre, de os taladros para el tope de retenida, del grano de fogón, del alojamiento del alza y punto de mira y, en una palabra, recorriendo en máquinas especiales todos los trámites necesarios para su terminación exterior.

Durante el trabajo que hemos indicado, se construye también el aparato de cierre y los demás adherentes por medio de gran número de operaciones, cuya descripción sería impropia de este lugar, hasta dar por terminada la fabricación del cañón, el cual se reconoce minuciosamente, pasando, por último, á la prueba de fuego para comprobar las condiciones de ajuste y resistencia de sus elementos de obturación. Esta prueba consiste en cinco disparos, con la carga y proyectil reglamentarios, para cada juego de anillo y platillo obturador de los tres anexos al cañón.

La cuña del aparato de cierre de los cañones de bronce reglamentarios es en España, para la artillería de campaña, de acero, de forma prismática, y el anillo de obturación, de cobre, sistema Piovkovski. El grano de fogón de forma cónica, es de excelente cobre, afinado y cilindrado.

Antes que se conociera el acero fundido como material para cañones, se habían hecho ensayos con hierro dulce, aunque sin resultados satisfactorios, dadas las dificultades para la soldadura de las gruesas piezas de metal que se necesitaban. Pero por el año de 1850, el ingeniero civil inglés *Armstrong* logró producir cañones de hierro dulce, compuestos de varios cilindros huecos, más ó menos largos, cada uno de los cuales se formaba arrollando en espiral y pegando al fuego entre sí varias barras de dicho hierro; semejantes cilindros se llaman en Inglaterra *coils*, y con ellos se construye la mayor parte de los cañones ingleses. Pero en los últimos tiempos se ha adoptado en ese país, para el alma propiamente dicha del cañón, un tubo de acero, que se forma en el torno, vaciando un cilindro macizo de acero fundido, previamente amartillado á vapor, alrededor del cual se adaptan los *coils*. Armstrong empleaba un número relativamente grande de *coils* para cada cañón; pero el coronel Fraser lo redujo notablemente, limitándolo, para los calibres ordinarios, á dos, ó sea, uno grueso, dicho *breech coil*, que abraza la mitad posterior del alma de acero, incluso el tornillo que cierra la culata (véase la fig. 69), y otro, *B*, más delgado que resguarda la parte anterior de dicho tubo *A*. Estos dos *coils* fueron bautizados con los nombres de "jaqueta„ y "pantalón„; mientras que los cañones más pesados (fig. 70) recibieron mayor número de ellos, según el calibre, hablándose entonces de cañones con "jaqueta, chaleco y pantalón„. Pero debemos añadir que la construcción reproducida en la fig. 70 data del año 1867, y

es ya anticuada. *Palliser* propuso una construcción análoga, aunque en cierto modo contraria á la de Armstrong, puesto que consistía en rodear un alma de hierro dulce, vaciada en el torno, con una envoltura de hierro colado que se fundía alrededor. El cañón de 9 pulgadas (22,8 centímetros) de calibre, que hizo Palliser por vía de ensayo, dió buenos resultados en las pruebas, á pesar de lo cual no se adoptó.

El acero empleado para fabricar cañones reclama una preparación especial, pues el ordinario no es bastante homogéneo. Se escoge primero el hierro colado más á propósito, y se convierte, por el pudelaje, parte en acero bruto y parte en hierro dulce de un contenido determinado en carbono; ambos materiales se reducen en el laminador á barras, las cuales se cortan ó rompen en pedazos cortos. Después de calculada la proporción exacta entre el acero bruto y el hierro dulce, proporción de la que depende en gran manera la calidad del producto ulterior, la mezcla correspondiente de pedazos de acero y hierro se reparte en crisoles, á razón de 14,40 kilogramos cada uno; estos crisoles se hacen de una masa sumamente refractaria, capaz de resistir á una temperatura de unos 2.000 grados, y se cierran herméticamente, colocándose en el horno especial descrito anteriormente (véase tomo IV, pág. 170); una vez fundido su contenido, se vacían, uno tras otro, en el molde. Esta operación, al parecer tan sencilla, ofrece grandes dificultades y reclama muchas precauciones, dada la cantidad tan grande de metal que se necesita, y la porción relativamente pequeña que puede contener cada crisol. En el gran establecimiento de Krupp todo se halla dispuesto para el mejor éxito de semejantes operaciones, no siendo lo de menos importancia el ejército de operarios experimentados con que cuenta; pues tratándose de la fundición de 60.000 kilogramos de acero, por ejemplo, nada menos de 1.200 hombres están ocupados en sacar los 1.500 crisoles de los hornos y vaciarlos en el molde, lo que es preciso efectuar sin la menor interrupción desde el primero

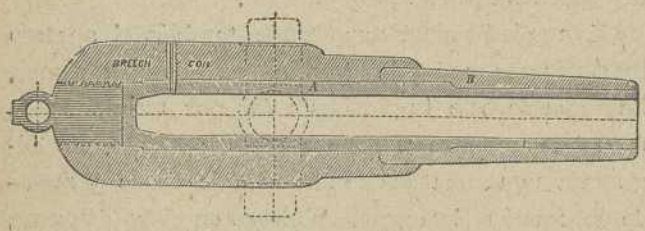


FIG. 69.—Cañón inglés Armstrong Fraser.

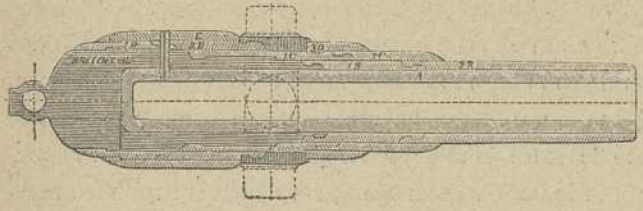


FIG 70.—Cañón inglés de grueso calibre.

hasta el último. Los bloques de acero fundido, así obtenidos, se recalientan y comprimen fuertemente en la prensa hidráulica ó bajo el martillo de vapor, con el objeto de hacer más homogénea su masa, y al mismo tiempo se les da la forma que han de tener con arreglo á la pieza á que se destinan; después se acaban interior y exteriormente en el torno. Todas estas manipulaciones suponen medios mecánicos muy poderosos y costosos, no menos que mucha práctica y mucho tiempo; por ejemplo, se necesitan nada menos de dos años para fabricar un cañón de 40 centímetros y del largo de 35 calibres, ó sean 14 metros.

Al principio se hicieron los cañones de acero de una sola pieza; pero esto tenía el inconveniente de que las capas exteriores del metal no toman igual participación que las interiores en la resistencia ofrecida al poder dilatador de los gases de la pólvora. Por esta razón se adoptó la construcción por tubos ó anillos concéntricos, análoga á la ideada por Armstrong. Los primeros cañones de acero de este género se componían de un alma (tubo cilíndrico), alrededor de cuya mitad posterior se colocaban en caliente un solo anillo, ó varios sobrepuestos y concéntricos; los cuales, al enfriarse, no sólo quedaban herméticamente ajustados al alma ó anillos interiores, sino que además comprimían á éstos fuertemente, prestándoles un elevado grado de tensión, de modo que la presión de los gases de la pólvora se transmitía directamente á las capas externas del conjunto. La resistencia de semejante cañón zunchado, como se llama, es del doble al triple de la de un cañón macizo de igual espesor. Según el modo de construcción más reciente, llamado de entubación, el tubo principal (alma) se introduce en una funda, digámoslo así, de acero, que constituye también la culata. Los cañones más pesados reciben, además de la envoltura, varios anillos ó zunchos concéntricos, aplicados en caliente sobre la misma para reforzarla. Sólo de este modo es posible construir los enormes cañones actualmente en boga.

Como ejemplo de ellos reproducimos en la fig. 71 el cañón Krupp de 35 centímetros, que obtuvo el primer premio en la Exposición parisiense de 1867.

Tanto la cureña como el cañón son de acero fundido, y el segundo se compone, según indica claramente el grabado, de un tubo interior y de varios anillos concéntricos en torno del mismo. El tubo interior por sí pesaba cerca de 20.000 kilogramos, y resultó de la elaboración de un bloque macizo de acero de unos 42.000 kilogramos de peso, representando la pérdida sufrida los extremos sobrantes y lo desprendido bajo el martillo de vapor y en el torno durante la perforación, etc. Los anillos ó zunchos, que constituyen en torno de la recámara una capa triple y alrededor de la boca una doble, pesan en conjunto 30.000 kilogramos, y se formaron con bloques macizos, forjados en la fragua, sin soldadura alguna. El aparato que cierra la recámara es el cono-

cido cierre de cuña, ideado por Krupp. Con él y los anillos, el cañón pesa más de 50.000 kilogramos; su largo es de 8,90 metros; su calibre de 35,56 centímetros, con rayado de 40 estrías y de hélice progresiva; el proyectil cónico-cilíndrico macizo pesa 550, y la granada de acero unos 500 kilogramos (núcleo — 382,5 kilos, y envuelta de plomo — 100 kilos, más 8 kilos de pólvora), empleándose en su disparo de 50 á 60 kilogramos de pólvora. El cañón descansa sobre una cureña del peso de unos 15.000 kilogramos, y junto con ella sobre un marco giratorio (que no figura en nuestro grabado) que pesa

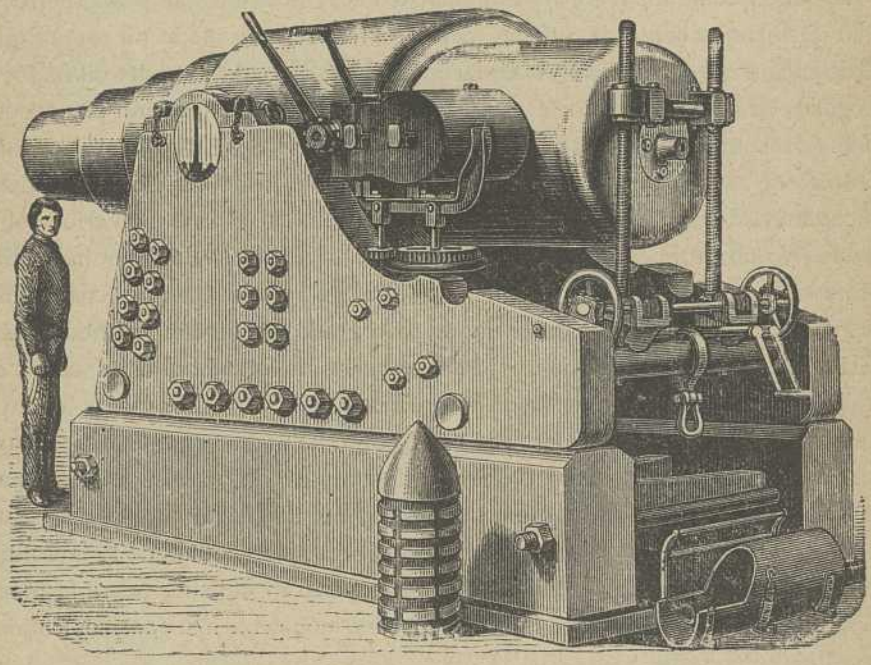


Fig. 71.—Cañón monstruo de Krupp.

otros 25.000 kilogramos. El monstruo, como indica la figura, se halla provisto de los mecanismos necesarios para su más fácil manejo, lo que se verifica con solo uno ó dos hombres, y con rapidez tal, que se podría seguir fácil y seguramente un buque de guerra blindado que pasara por delante á todo vapor. El precio del cañón es sólo de 316.000 marcos (393.750 pesetas), y cuesta el conjunto, con el marco giratorio, 435.000 marcos (543.750 pesetas). Pero desde entonces ha construído Krupp otros varios cañones aún mayores, también destinados á la defensa de costas, aumentando el calibre hasta 45 centímetros y la longitud del cañón hasta 35 y 40 calibres (ó sea hasta 16 metros) y el peso hasta 120 y 143 toneladas; el peso del proyectil cilindro-cónico (granada) llega hasta 1.050 kilogramos.

RAYADO

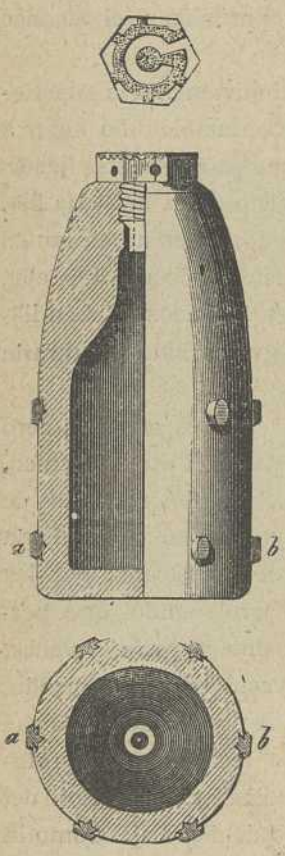
En el párrafo anterior hemos hablado incidentalmente del *rayado* de los cañones, por lo que se entiende un sistema de ranuras poco profundas, practicadas en la superficie interna del tubo por medio de una herramienta mecánica especial, y cuyo objeto es, en esencia, aumentar la precisión y el alcance del arma.

Así como la guerra alemana de 1866 demostró definitivamente la superioridad de la carga por la recámara en las armas de mano, también dió lugar á la supresión completa del cañón liso en la artillería de campaña. A estas fechas el cañón liso ha desaparecido también casi por completo de la artillería fija, siendo de los últimos en conservarlo los Estados Unidos, pues no ha tantos años se construían todavía allende el Océano para la defensa de puertos, etc., cañones lisos muy pesados, cuyos enormes proyectiles esféricos estaban llamados, no sólo á taladrar el blindaje de los buques de guerra, sino á triturarlo completamente.

Hace siglos que se hicieron ensayos para producir cañones rayados; pero fracasaron ante la carencia de un material á propósito, y ante el atraso técnico. Tampoco se tomó antiguamente la cosa tan en serio como á mediados de nuestro siglo, cuando la adopción general del fusil rayado puso á la artillería en el caso de luchar por la preeminencia. Quedaba ya demostrada, por las armas de fuego portátiles, la superioridad del proyectil prolongado, que permite combinar un peso mayor con una sección relativamente pequeña, y vence, por lo mismo, la resistencia del aire mejor que el proyectil esférico, teniendo, como es consiguiente, mayor alcance. También se había observado en dichas armas la pequeña desviación del proyectil hacia un lado, resultante de la rotación producida por el rayado en torno del eje longitudinal, y la posición del centro de gravedad del proyectil detrás del punto medio de dicho eje. Como la torsión ó inclinación de las rayas en todos los cañones rayados (salvo en algunas construcciones de la artillería francesa) se dirige de izquierda á derecha del observador situado detrás, dicha desviación, ó *derivación*, como se llama técnicamente, se produce también hacia la derecha, y crece con la distancia. Su influencia sobre la puntería se neutraliza en la disposición de las miras correspondientes.

Como el principio de la expansión ó la compresión, que, con las balas de plomo de las armas de fuego menores, puede combinarse lo mismo con la carga por la boca que con la por la recámara, no se podía aplicar tratándose de los rígidos proyectiles de hierro de la artillería, hubo necesidad de idear otro medio de guiar el proyectil en las rayas, y el modo de resolver este problema

dió lugar á los diversos sistemas del rayado de los cañones. *La Hitte*, comandante de la Escuela de artillería de Lafère, mandó practicar en los antiguos cañones de bronce de á cuatro, del tiempo de Gribeauval, seis rayas de sección trapezoidal, y construyó la granada ojival que reproducimos en las figuras 72 á 74, con doce tetones *(ailettes)* de cinc, *a*, *b*, fijos alrededor en dos series, con inclinación, en el sentido longitudinal del proyectil, correspondiente á la de las rayas del cañón, de modo que cada dos tetones en dicho sentido se deslizaban en una misma raya, produciendo la rotación correspondiente de la granada en su paso hacia la boca. Tales eran los cañones empleados por Napoleón III en su campaña de Italia en 1859, donde por vez primera apareció un cañón rayado en el campo de batalla. Austria, que pudo apreciar mejor la ventaja de semejante innovación por los daños que le produjo, la adoptó en seguida, copiando sencillamente el sistema de La Hitte; y lo propio hicieron casi todos los países latinos.

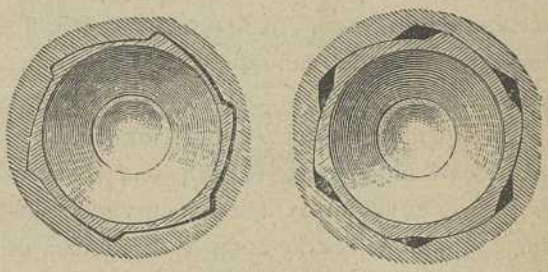


FIGURAS 72 Á 74.
Granada ojival de La Hitte.

Prusia, que se venía ocupando también de la construcción de cañones rayados, no se mostró satisfecha con el sistema referido, notando pronto la inseguridad de los tetones como guía del proyectil, los perjuicios consiguientes para la puntería del arma y los daños causados en el cañón, merced á la blandura relativa del bronce. En su vista, apeló al cañón de acero, introdujo la carga por la recámara, adoptó un rayado compuesto de gran número de estrías de arista viva, y revistió el proyectil con una envoltura de plomo; al hacerse el disparo, el proyectil, merced á la blandura de su revestimiento y la dureza y forma de las estrías de acero, se adaptaba herméticamente al cañón, atravesándolo de un extremo á otro sin variar de dirección en lo más mínimo, y saliendo de la boca con gran ímpetu. El éxito fué completo; el cañón prusiano con carga por la recámara no cede á ninguno en alcance y precisión, y durante la guerra de 1870-71 dejó completamente oscurecido el sistema de La Hitte, que seguía en uso en Francia. El inglés Armstrong construyó un cañón con carga por la recámara parecido al prusiano, pero poco recomendable por el cierre adoptado.

Con el objeto de conservar la ventaja indudable que resulta de la construcción más sencilla del cañón que se carga por la boca, y al mismo tiempo para reducir á un mínimo el juego inevitable del proyectil en su paso por el

rayado, el general austriaco *Lenk*, después que el Gobierno decidió abandonar el sistema de La Hitte, introdujo en su lugar el principio del rayado en dientes de sierra. Con arreglo á él, la sección transversal del hueco del cañón recibe la forma de un círculo en torno del cual aparecen varios triángulos, dispuestos de manera que la periferia del hueco, ensanchándose siempre, vuelve de trecho en trecho á la línea del círculo, formando como un escalón, que es la base de uno de dichos triángulos. La sección transversal del proyectil corresponde, naturalmente, al hueco del cañón, y su superficie exterior lo constituye una envoltura de estaño. Después que el proyectil, deslizándose sobre las aristas obtusas ó escalones del rayado (fig. 75), ha llegado al fondo del cañón, se vuelve un poco por medio del atacador, de modo que se adapte contra las curvas del rayado, dejando todo el juego ó espacio sobrante entre sus propias aristas y las del cañón (fig. 76), en cuya posición queda al atravesar éste después del disparo. Semejantes rayas, cuyo número es de seis á ocho, suelen llamarse rayas de arco.



FIGURAS 75 y 76.
Rayado en dientes de sierra; sistema Lenk.

Los tres sistemas de rayado que dejamos descritos, ó sean el de La Hitte, el prusiano y el de Lenk ó austriaco, constituyen los tipos principales con arreglo á los que se rayan hoy los cañones. El de La Hitte se encuentra casi exclusivamente en los que se cargan por la boca; el sistema austriaco no ha hallado imitadores en otros países, y en Austria mismo se ha abandonado desde 1875 en favor de la carga por la recámara y el rayado consiguiente; el sistema prusiano, siempre combinado con la carga por la recámara, con sus proyectiles revestidos con un metal blando y dúctil, se ha introducido gradualmente en todos los países, desalojando, digámoslo así, á los cañones ingleses y franceses que se cargan por la boca. Antes de ocuparnos del sistema prusiano de la carga por la recámara, debemos considerar la cureña de los cañones, porque así podremos apreciar mejor dicho sistema y las construcciones á que ha dado origen.

CUREÑAS

Así se llaman, genéricamente, los montajes de todos los cañones de artillería, tanto los fijos, destinados á las fortificaciones terrestres y marítimas y á los buques de guerra, como los que constituyen el medio de transporte de las piezas de campaña.

En las cureñas y los carruajes militares de antaño existía un verdadero caos, en el que los generales franceses La Vallière y Gribeauval trataron de introducir algún sistema. Las cureñas construídas por el segundo y sus sucesores inmediatos para la artillería de campaña, consistían esencialmente en dos fuertes maderos tableados, puestos de canto, mantenidos uno de otro á cierta distancia, que al principio aumentaba hacia atrás, pero que después estaban sujetos paralelamente; su parte anterior recibía dos cortes semicirculares, en los que descansaban los muñones del cañón (cortos cilindros macizos de metal que asoman en ambos lados del mismo y constituyen su eje transversal), de modo que el arma podía girar, dentro de ciertos límites, en un plano vertical, á los efectos de la puntería. El mecanismo llamado á producir este movimiento de elevación ó depresión era, en un principio, una simple cuña, introducida debajo de la culata, que más tarde se movía por medio de un tornillo horizontal; este aparato sufrió diferentes modificaciones andando el tiempo, y acabó por convertirse en un tornillo más ó menos vertical, sobre cuya cabeza se apoya la parte posterior del cañón, directamente ó mediante una planchita de hierro ó madera.

El ingeniero militar y general inglés *Congrève*, en vista de los defectos de las cureñas antiguas, construyó, después de varios ensayos, la llamada *cureña de bloque*, cuya forma aparece en varias ilustraciones del presente capítulo, por ejemplo, en la cureña suiza de plancha de hierro que reproduce la fig. 78. Con arreglo á esta construcción, los dos maderos paralelos que antes se prolongaban hasta el suelo, quedaron reducidos al largo de la mitad posterior del cañón, terminando á nivel de la culata, mientras que la cola de la cureña la formaba un sólido madero ó bloque de encina, ó bien dos tablones, atornillados fuertemente uno con otro, de modo á formar una pieza maciza, que se sujetaba superiormente entre dichos maderos paralelos, cuyo extremo inferior contenía un sólido anillo de hierro, mediante el cual se suspendía al carro de dos ruedas que constituía el juego delantero ó avantrén, al que se enganchan las caballerías. Sobre la base de este sistema, el mayor inglés *Millar* propuso en 1806 un carro de municiones de cuatro ruedas, y la adopción de un solo tipo de ruedas y ejes para toda la artillería de campaña; y en su campaña española de 1808-13 el ejército inglés pudo convencerse de la utilidad de semejante reforma. En vista de las grandes ventajas que ofrecían, las cureñas y demás carros construídos por Congrève y Millar hallaron una aceptación tan general, que desde 1825 en adelante casi todos los Estados las adoptaron, ó modificaron al menos su material existente con arreglo al nuevo sistema. Entre los que eligieron este último camino de la reforma parcial se cuentan Austria, Prusia y Baviera. En Prusia se creó, desde 1842, un material nuevo y muy móvil de artillería de campaña, que se caracterizaba por la uniformidad de la construcción. El Gobierno bávaro adoptó en 1836 un sistema

de cureñas ideado por el general *Zoller*, que se distinguía por la unión entre la cureña propiamente dicha y su avantrén. Francia, Holanda y la mayoría de los Estados alemanes meridionales adoptaron el sistema inglés, con muy pocas modificaciones.

En la construcción de cureñas para la artillería gruesa (de sitio, de fortificación, de marina), se fué acentuando también la tendencia hacia una movilidad mayor de los montajes, lo mismo que á su adaptación en diferentes sitios ó en varias clases de fortificaciones, y su aplicación á cañones diversos. A semejantes exigencias técnicas vino á responder la cureña inventada en 1836 por el teniente coronel bávaro *von Liel*, que reproducimos en la figura 77; tenía, pues ya no se emplea, en esencia, la forma de la cureña francesa, todavía en uso, llamada *affût-à-sauterelle*, en vista de su movimiento especial

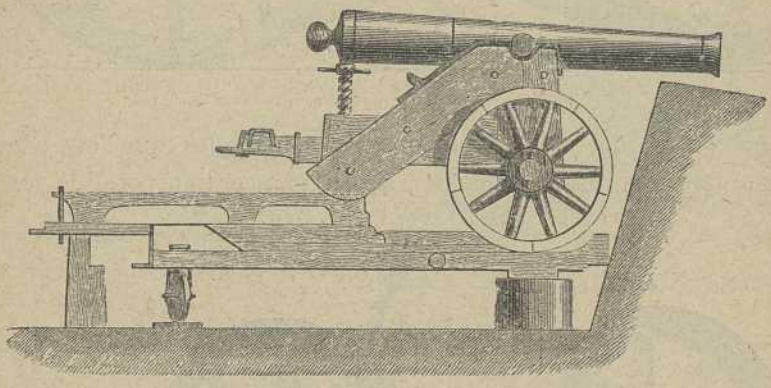


FIG. 77 —Cureña de Liel para artillería gruesa.

de retroceso, y permitía montar el cañón en las fortificaciones abiertas lo mismo que en las casamatas, con sólo emplear ruedas de diferente diámetro, ó quitar ó poner determinadas piezas.

La necesidad (según la política y las ideas reinantes) de que los Estados se hallen siempre preparados para la guerra, y en condiciones de poder movilizar sus ejércitos en un momento dado, reclama un material militar siempre listo, y, por lo tanto, almacenable. Esto ofrecería no pocas dificultades si tuviéramos que recurrir, como antes, á la madera; pero el desarrollo de la industria del hierro ha simplificado notablemente el problema en cuestión, poniendo á disposición del constructor hierros y aceros de todas formas, que le permiten llevar á cabo todas sus combinaciones. No es extraño, pues, que, en lugar de las cureñas de madera de antaño, se vean ya en todas partes las cureñas más ligeras, más manejables, al par que más sólidas, de hierro y acero.

Como modelos ó tipos de las cureñas de campaña hoy usadas, reproducimos en la fig. 78 la adoptada en Suiza, construida con plancha de hierro según el sistema de bloque (Congrève) modificado; y en la fig. 79 una cureña

de montantes paralelos, construída por Krupp. Ambas, como casi todas las cureñas de campaña modernas, tienen dos asientos sobre el eje, á los lados

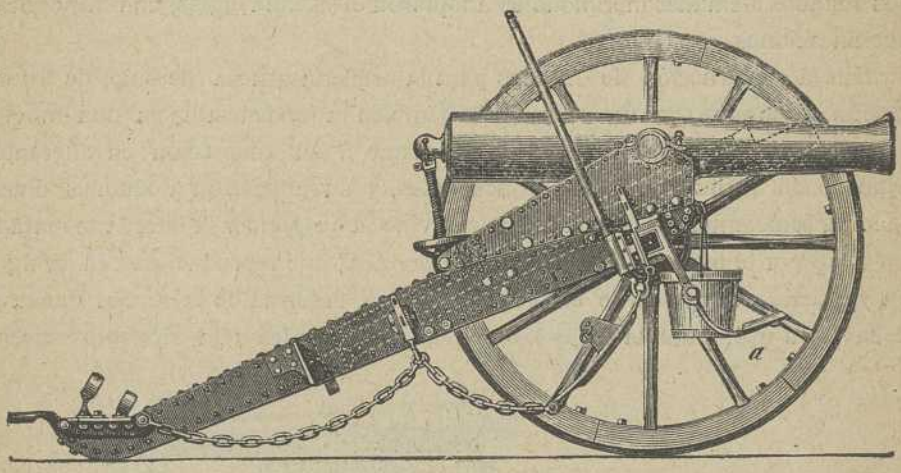


FIG. 78.—Cureña suiza para cañones de campaña.

del cañón (véase fig. 79), los cuales, en unión con los que lleva el avantrén (que no figura en estos grabados), sirven para el transporte de los artille-

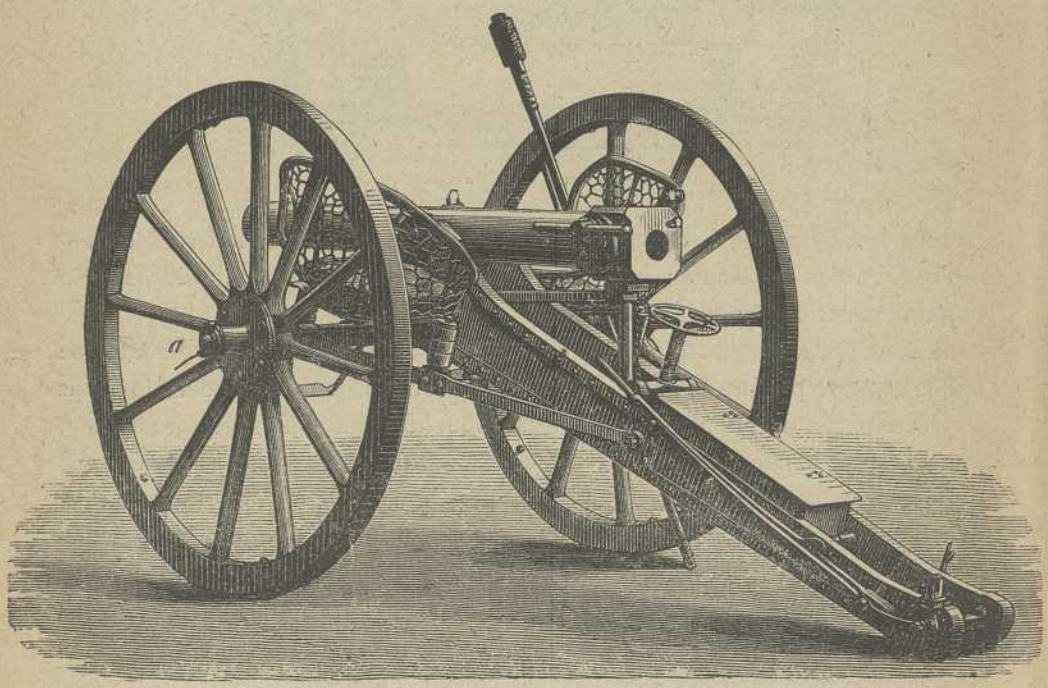


FIG. 79.—Cureña de Krupp para cañones de campaña.

ros de servicio. También se ve claramente el mecanismo (tornillo) que sirve para hacer girar el cañón sobre sus muñones, elevando ó deprimiendo su

culata; así como la manera de adaptar á la cola la palanca, por cuyo medio se puede levantar fácilmente, con objeto de hacer girar toda la pieza en el plano horizontal, variando la dirección del tiro en este sentido. Pero debemos llamar a atención de nuestros lectores sobre la rueda de *Thonet*, adoptada ya en toda la artillería alemana y en la española, y cuyo cubo (fig. 79, *a*) es de metal, con dos discos, á los que van atornillados los rayos, de manera que, en caso de una rotura, por ejemplo, éstos (ó uno ó más de ellos) pueden sacarse y reponerse sin desmontar toda la rueda, y especialmente sin tocar á su círculo; además, el cubo metálico ofrece muchas ventajas comparado con los cubos de madera.

Las cureñas de hierro se habían introducido en la artillería gruesa antes que en la de campaña propiamente dicha. Prusia las adoptó, en 1831, de hierro colado, para sus morteros, y en los años de 1848 y 1849 introdujo cureñas de hierro forjado para la artillería fija de sus fortificaciones, de la construcción reproducida en nuestra fig. 80, de una madera análoga también á lo ocurrido en España, que adoptó esta clase de montajes, llamados de esqueleto. La descripción é ilustración de las diversas cureñas metálicas aplicadas desde entonces á la artillería fija, nos llevaría demasiado lejos, y hemos de contentarnos con ofrecer á nuestros lectores algunos modelos típicos, empezando por los destinados al servicio de las baterías acasamatadas. Es el caso que el empleo, cada vez más común, del hierro en el revestimiento ó blindaje de buques de guerra y fortificaciones de todo género, unido á la puntería mucho más exacta de los cañones rayados, no consiente portillos tan anchos como se estilaban antes, y eran precisos con cañones que giraban sobre muñones. Actualmente se emplean portillos de abertura lo más reducida posible, y con ellos es necesario que, al variar la dirección del cañón, su boca permanezca en un mismo punto y constituya el centro de rotación, mientras que los muñones (que antes constituían dicho centro) y la parte posterior del cañón sean capaces de elevarse ó deprimirse. La construcción, pues, de las cureñas de que tratamos estriba hoy esencialmente en el principio expuesto.

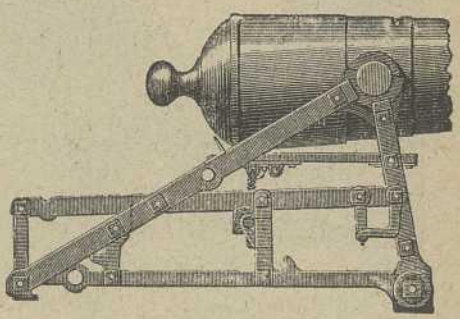


FIG. 80.
Antigua cureña prusiana, de hierro forjado.

La fig. 81 representa la cureña de plancha y hierro de T, construída por el mayor *Schumann*, y es una de las primeras que vino á responder á las exigencias de la fortificación actual. La boca del cañón no se separa del portillo, mientras que por medio de tornillos verticales situados debajo de los muñones, así como de un mecanismo en combinación con el tornillo de la culata, la pieza

se eleva ó deprime, bajando en el último caso hasta tomar la inclinación indicada en el grabado por el perfil punteado. El giro de la pieza en el plano horizontal, sin que la boca se separe del portillo, se verifica en este caso, como

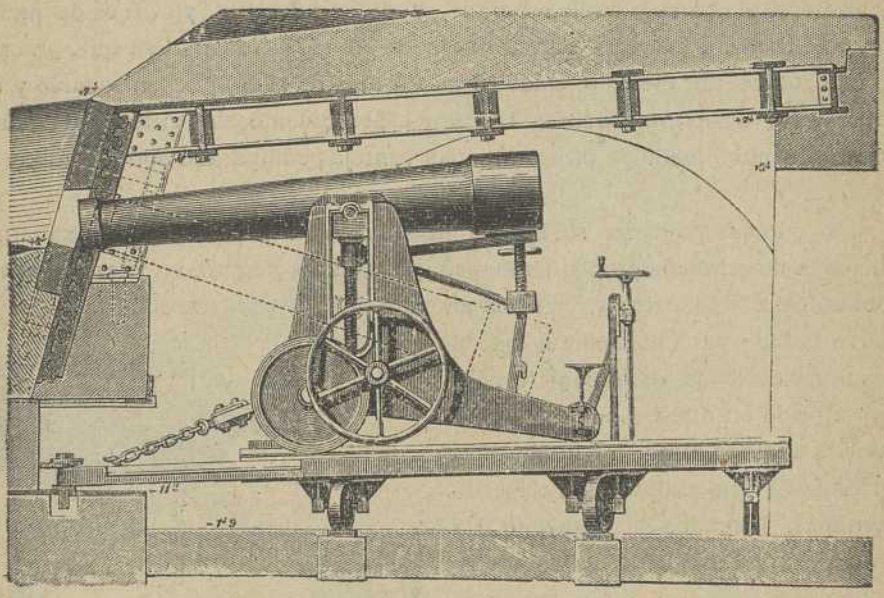


FIG. 81.—Cureña de Schumann para fortificaciones.

con todas las cureñas pesadas modernas, por medio de un mecanismo, y no mediante las pesadas palancas de mano, antes en uso: la plataforma que sirve de base á la cureña está dispuesta sobre pequeñas ruedas, hallándose sujeta en su extremo anterior por un pivote situado debajo del portillo; de modo que á impulso de una manivela que se alza detrás del cañón, el artillero hace girar el conjunto sobre dicho pivote, describiendo el arco de círculo necesario.

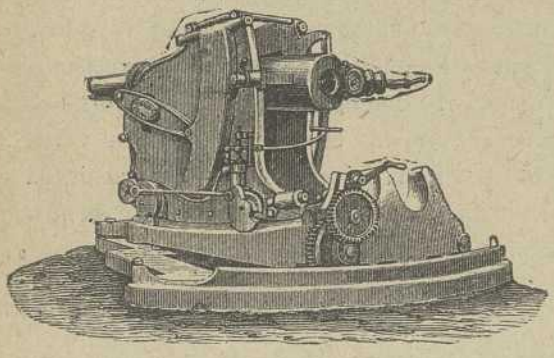


FIG. 82.—Cureña mecánica de Gruson.

El célebre fabricante de proyectiles *Gruson*, de Buckau (Prusia), se ha dedicado además muy especialmente á la construcción de cureñas y blindajes para fortificaciones, y la fig. 82 reproduce una de sus primeras obras del género, en hierro colado endurecido, sobre el mismo principio que la cureña de Schumann, salvo que el cañón se eleva y deprime á impulso de una pequeña bomba hidráulica. Otra

cureña de Gruson, de construcción más reciente y más perfecta, que se ha adoptado en Alemania é Italia, es la que representa la fig. 83. Los muñones del cañón descansan en dos soportes ó cojinetes, que se deslizan entre guías semicirculares, fijas interiormente á las paredes de la cureña, á impulso de un pistón hidráulico. Los cambios de elevación se producen haciendo penetrar el líquido (glicerina) en el cilindro hidráulico, ó bien haciéndole salir del mismo. En virtud del retroceso consiguiente al disparo del arma, la parte superior de la cureña se desliza sobre un plano inclinado, limitando su carrera un freno hidráulico, cuyo cilindro, lleno de glicerina, se ve claramente en el grabado en

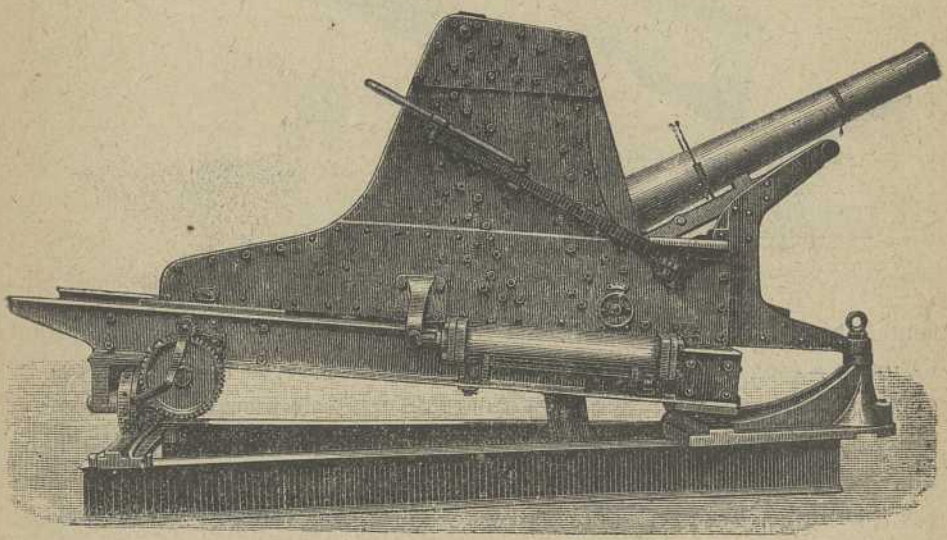


FIG. 83 —Cureña mecánica de Gruson, nuevo sistema.

el lado de dicho plano, y cuyo pistón está unido posteriormente á la parte superior de la cureña. La presión hidráulica bajo el pistón elevador del cañón no se produce, como en la cureña antes referida, mediante una bomba de mano, sino por medio de uno de esos acumuladores cuya construcción y acción describimos é ilustramos en el capítulo anterior de este tomo (véase la pág. 69 y siguientes). De este modo la elevación del cañón, así como su depresión (que tiene lugar en virtud de su propio peso al cesar la presión hidráulica), se efectúan próximamente con diez veces la rapidez que por medio de la bomba de mano.

Como ejemplos de cureñas de nueva construcción para buques de guerra, reproducimos en las figuras 84 y 85 dos de las usadas en la marina alemana. El combate con buques blindados supone naturalmente cañones más potentes, ó sean cargas más fuertes que antes, cuando sólo se trataba de vencer la resistencia de la madera; de aquí la necesidad de construir cureñas también más

sólidas, evitando, en lo posible, un peso excesivo de los mismos. El modelo de la fig. 84 se adoptó en 1871 para cañones de 12 y 15 centímetros, y consiste en dos planchas de hierro, *a*, paralelas, firmemente unidas entre sí por tornillos, en cuya parte superior, *b*, descansan los muñones del cañón, que se inclina en el plano vertical, mediante un mecanismo en *e;* mientras que para dirigirlo en

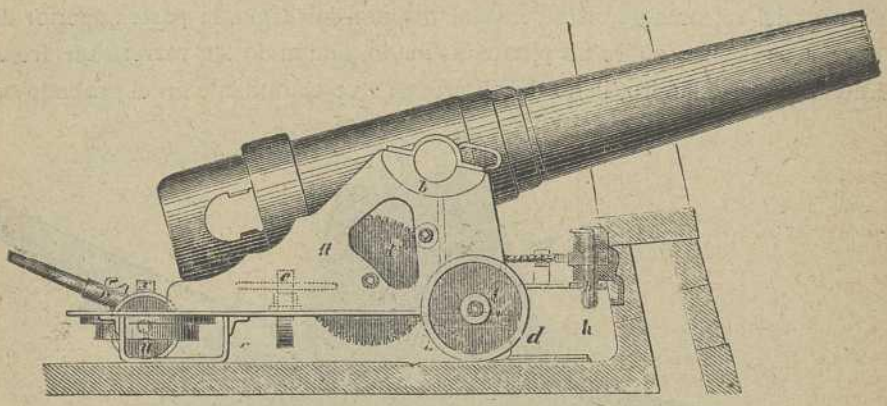


FIG. 84.—Cureña de Brookwell para la marina de guerra.

sentido horizontal ó lateral la cureña gira en torno del pasador *h*. El cable que va unido á éste, y tiene por objeto enfrenar el retroceso, se arrolla al efecto en torno de un fuerte tambor, *t*, provisto de un freno de fricción; para volver el arma á su sitio después del disparo, se da vueltas al tambor, arrollando de nuevo el cable, en cuyo caso la cureña marcha sobre sus dos ruedas delanteras *c*, y la trasera *u;* pero al tiempo de disparar, se levantan éstas un poco de la cubierta del buque, mediante un mecanismo, y entonces la cureña descansa,

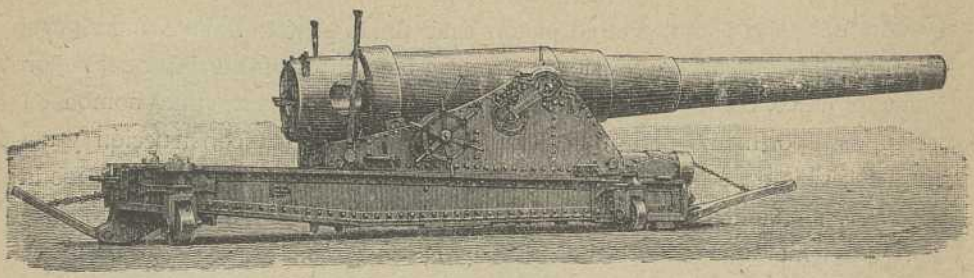


FIG. 85.—Cureña de Krupp para la marina de guerra.

y durante el retroceso se desliza, sobre unos montantes lisos de hierro, *c* y *d*.

Semejantes cureñas ofrecen, entre otras ventajas las de la sencillez y la baratura, pero no son á propósito para los cañones más pesados; por esto las piezas de 17 centímetros en adelante se montan sobre cureñas de marco, como las exclusivamente empleadas en la defensa de las costas. Tal es la cureña de

la fig. 85, construída por Krupp para la cubierta mayor de un buque blindado, y que sostiene un cañón de 17 centímetros de calibre y 5,10 metros (30 calibres) de largo. El marco constituye un plano inclinado, sobre el cual puede deslizarse la cureña propiamente dicha, y se sujeta por el extremo anterior á un pivote fijo á la cubierta del buque, en torno del cual puede describir un gran arco en el plano horizontal, á cuyo efecto va montado sobre ruedas y provisto del mecanismo motor necesario. Un freno hidráulico opone al retroceso del arma la resistencia conveniente; de él sólo se ve en el grabado (extremo anterior, á la derecha) el cilindro lleno de glicerina, cuyo pistón va unido á la cureña misma, la cual se halla provista también de una cremallera semicircular, mediante la que, y el engranaje correspondiente, manivela, etc., se determina la inclinación del cañón en el plano vertical. Sin semejantes cureñas, que á primera vista parecen tan complicadas, no sería posible maniobrar con los enormes cañones que llevan hoy los buques de guerra y también los que se colocan en las fortificaciones costaneras.

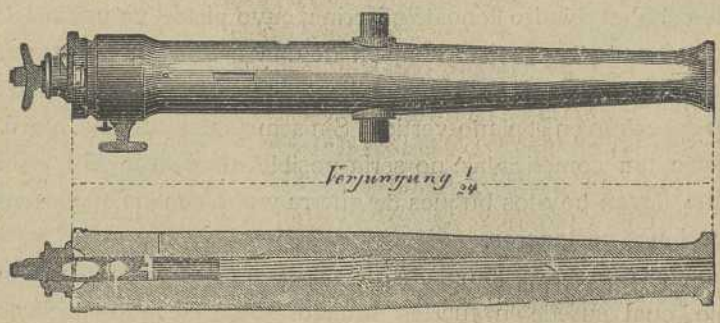
Para objetos especiales, como, por ejemplo, para hacer tiro desde una altura hacia abajo, cual sucede en fuertes situados sobre elevados declives, se emplean cureñas de construcción distinta de las referidas, pero á cuyos pormenores no podemos descender en este libro.

CARGA POR LA RECÁMARA

El primer cañón rayado del sistema prusiano, esto es, con carga por la recámara, como dijimos más arriba, fué el llamado de á seis libras, ó sea el cañón de seis centímetros de calibre, con cierre de bloques, que reproducimos en vista exterior y sección longitudinal en las figuras 86 y 87, y que vamos á considerar un poco más de cerca, puesto que la construcción de todos los cañones modernos con carga por la recámara se funda esencialmente en las experiencias llevadas á cabo con él y sus proyectiles.

El tubo de acero fundido, hecho en el establecimiento de Krupp, está perforado de parte á parte; la parte anterior del ánima (véase la fig. 87), un poco más estrecha y mucho más larga que la posterior, contiene 18 rayas ó ranuras, de anchura doble de la de los macizos, en toda su extensión (las llamadas rayas paralelas); siendo tal su inclinación, que describiría cada una una vuelta entera dentro de una longitud de cinco metros próximamente, ó sea el paso de hélice. La parte posterior del hueco cilíndrico, un poco más ancha que el ánima, constituye la recámara destinada á recibir el proyectil, la carga de pólvora y el taco lubrificante. El mecanismo que sirve para el cierre de la culata, ideado por el general prusiano *von Neumann*, es una mejora del construído por el sueco barón de *Wahrendorf;* consiste en un pistón de hierro dulce que se introduce desde atrás, y cuya cabeza maciza cilíndrica y acerada

forma el fondo del ánima, y en un sólido cilindro transversal de acero fundido, con una manezuela (véase fig. 86), que se introduce como pasador desde un lado, por una abertura practicada en el cañón mismo, un poco detrás de la recámara, y atraviesa el pistón de parte á parte, así como la pared opuesta del cañón, mediante las aberturas correspondientes. Además, una pieza cilíndrica hueca de bronce, sujeta á la culata por una charnela, sirve de cierre exterior y guía para el pistón, cuyo cuello termina en un tornillo con cigüeña



FIGURAS 86 y 87.—Primer cañón prusiano con carga por la recámara y cierre de bloques.

de dos brazos, mediante el cual se oprime dicho pistón contra el cilindro transversal ó pasador, y éste contra la pared de las aberturas laterales del cañón.

La primera modificación del arma que acabamos de describir fué el cañón de campaña prusiano de 8 centímetros, con cierre de cuña, que reproducen las figuras 88 y 89. El ánima del cañón tiene doce ranuras ó rayas, de profundidad variable, porque disminuye gradualmente desde la recámara hasta la boca, aumentando proporcionalmente la de los espacios intermedios; las rayas completan una vuelta entera dentro de una longitud de 3,75 metros, de modo que su inclinación es más pronunciada que en el cañón primitivo. El cierre de este arma (fig. 89) consistía, por regla general, en dos cuñas yuxtapuestas

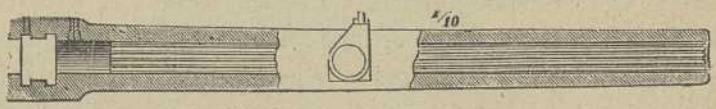


FIG. 88.—Cañón prusiano con carga por la recámara y cierre de cuña.

por sus superficies inclinadas, formando juntas un pasador prismático que, después de introducido transversalmente en las aberturas laterales correspondientes del cañón (como el cilindro transversal del anterior), se apretaba por medio de un tornillo, deslizando una cuña sobre la otra, y constituía así el cierre, al par que el fondo mismo de la recámara.

Un inconveniente serio, que en un principio se manifestó en el servicio del cañón con carga por la recámara, lo constituían los gases y residuos de la pól-

vora que se escapaban en parte por el cierre de la culata, no sólo ensuciando su mecanismo, sino hasta poniendo en peligro á los artilleros. Se ha subsanado dicho inconveniente de diferentes modos, mas especialmente con el empleo de los llamados obturadores, formados con materias que se dilatan bajo la presión de los gases y tapan herméticamente las junturas del aparato de cierre. Con el cierre de pistón, que describimos primero, el obturador consiste sencillamente en un taco ó disco de cartón fuerte (hecho con cáñamo y cuero), con el borde vuelto un poco, como el de un plato; disco que se coloca detrás del cartucho ó que se pega previamente á él con cola. Con los diferentes cierres de cuña se emplean como obturadores anillos de cobre, ó bien, en los últimos años, de acero (obturadores sistema *Broadwell*, nombre del inventor), los cuales, como el disco de cartón referido, obran por expansión, bajo la enorme presión á que se exponen.

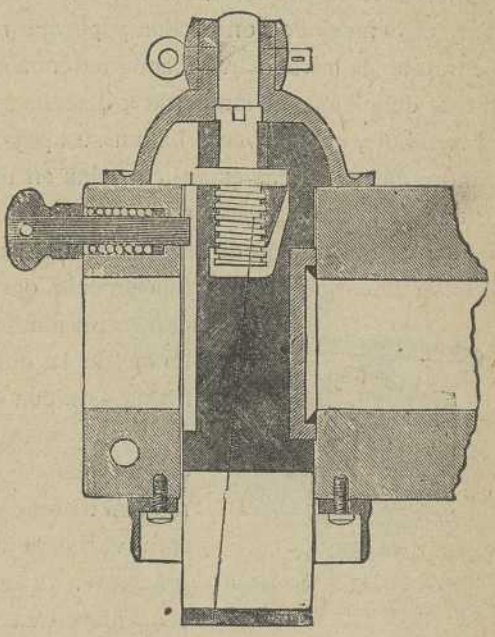


FIG. 89.—Mecanismo del cierre de cuña.

Los dos cañones de campaña referidos hasta aquí fueron los que usó la artillería alemana durante toda la guerra de 1870-71. Pero á pesar de los buenos resultados que dieron, los ingenieros alemanes no descansaron sobre sus laureles, sino que se esforzaron por perfeccionar el arma, especialmente en el sentido de obtener trayectorias más rasantes, mediante el empleo de cargas más fuertes. El resultado de sus desvelos se puso de manifiesto el año 1873, en forma del cañón de campaña, reproducido en las figuras 90 y 91, que

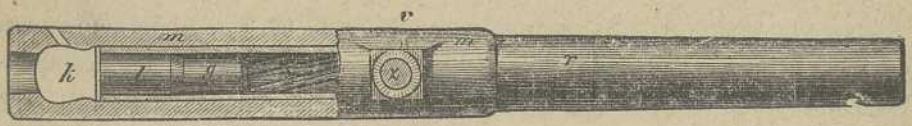


FIG. 90.—Cañón actual de campaña del ejército alemán.

sustituye desde entonces á los anteriores en el ejército de aquel Imperio. El cañón propiamente dicho (fig. 90) es de acero fundido, compuesto de un tubo, *r*, y una envuelta, *m*, la cual forma la culata, y sostiene los muñones y la mira *v*. La culata que queda abierta posteriormente para introducir el proyectil, etc., se halla atravesada por una abertura transversal, *k*, desti-

nada á recibir el cierre de cuña, y delante de la misma se desarrollan, primero la recámara, compuesta del espacio *l* para la pólvora (cartucho) y del *g* para el proyectil, y segundo el ánima rayada *s*. El cierre (fig. 91) consiste esencialmente en una sola cuña, *k*, que suele llamarse "redonda,„ pero que es en realidad una cuña maciza de acero de forma prismática en su cara anterior y cilíndrica en la posterior. La cuña doble, antes en uso (fig. 89), se abandonó por ser demasiado complicada y porque no resistía á las cargas mayores que se trataba de introducir. La cuña redonda se introduce en la abertura correspondiente del cañón, de izquierda á derecha, y el cierre se efectúa con sólo apretar el tornillo *s*, cuyas roscas hallan su apoyo en la practicada en el cuerpo del cañón; dichas roscas están cortadas en un lado, y basta, por lo tanto, media vuelta de la manezuela *t* para que todas ellas agarren al momento. El elemento de obturación de este cierre lo constituye el anillo de acero *b* que, al estallar la carga, resulta fuertemente oprimida por la tensión de los gases contra un platillo de acero embutido en la cara anterior de la cuña, así como contra la juntura que forma ésta con el cañón.

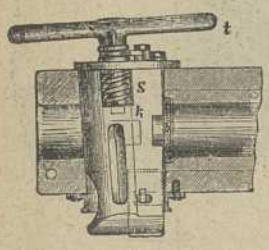


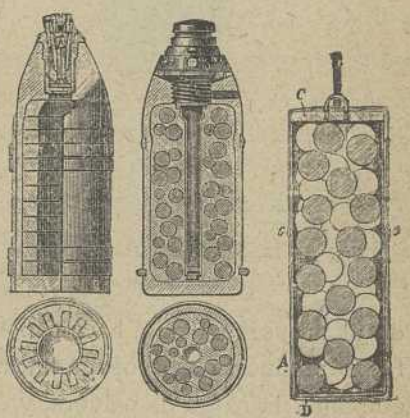
FIG. 91.—Cierre del cañón de campaña alemán.

Dicho aparato obturador llena perfectamente su objeto, pues se puede hacer gran número de disparos sin necesidad de cambiar el anillo. A pesar de esto, varios peritos en la materia abogan hoy por el empleo en la artillería alemana de cartuchos metálicos, que hacen innecesaria semejante obturación; y de hecho, la fábrica Lorenz, en Carlsruhe, produce ya cartuchos á propósito, Naturalmente, después de cada disparo es preciso sacar con la mano, ó mediante una disposición especial del cierre, el cartucho vacío; inconveniente que Lorenz obvia en parte fabricando cartuchos fusibles, es decir, cuya envoltura metálica se funde al calor de la pólvora quemada, dejando tan sólo para extraer el disco de acero que constituye su fondo y lleva en su centro el misto.

La artillería alemana se halla dotada con el cañón último referido, en dos calibres: uno ligero de 7,85 centímetros y del peso de 390 kilogramos, para todas las baterías montadas ó volantes, y otro más pesado, de 8,80 centímetros y 450 kilogramos, para las demás baterías de campaña, cuyos artilleros todos se transportan en carros á propósito. Merced al armamento uniforme de todas las baterías de campaña, se ha dado un gran paso hacia la simplificación del material y hacia la realización de la idea de un solo cañón para toda la artillería de campaña; idea que nació en la experiencia de que en la guerra no se hace distinción alguna en el empleo de baterías de campaña ligeras y pesadas. Las cureñas de las piezas en cuestión están hechas de plancha de acero, y provistas de las ruedas *Thonet* y accesorios que se ven en la fig. 79;

pero, por lo demás, son parecidos á la cureña suiza, de la fig. 78, construída con arreglo al sistema dicho de bloque (Congreve). El avantrén se construye en parte de plancha de hierro, y tiene ruedas de igual diametro que la cureña propiamente dicha; su unión con ésta (enganche) no se efectúa ya mediante una platina perforada y un pasador, sino por medio de un anillo llamado argollón de contera, y un gancho, dicho perno-pinzote, disposición más sencilla, que presta mayor soltura, digámoslo así, al conjunto, facilitando las maniobras sobre el terreno.

La munición consiste en granadas ordinarias, granadas de metralla y botes, también de metralla, cuya forma y construcción se desprenden de las figuras 92 á 94. La 92 representa la granada ordinaria de campaña, llamada también granada de segmentos, en vista de su disposición interior: se compone, en efecto, de un núcleo, formado por anillos sobrepuestos y provistos de entalladuras radiales, y de un cuerpo sólido de acero, fundido en torno de aquél: este cuerpo exterior, que presta su forma al proyectil, está rodeado, en su parte cilíndrica, por una envoltura de plomo duro, cuya función explicamos anteriormente, y en su extremidad lleva la espoleta de percusión. En su hueco interior se aloja la carga destinada á hacerle estallar ó reventar, y que para las granadas de campaña más pesadas consiste en 280 gramos de pólvora. La construcción de semejante granada da por resultado, merced á los anillos referidos, el que salte en gran número de pedazos al dar en el blanco. La figura 93 representa la granada de metralla, cuyas paredes son sencillas y relativamente delgadas, hallándose rellena con balas de plomo de diversos tamaños, y en número de 160 para el calibre menor y de 270 para el mayor; estas balas se hallan sujetas por medio de azufre fundido, con que se rellenan todos los intersticios, y en el centro de la masa hay un tubo de latón que contiene la carga de pólvora y comunica superiormente con una espoleta de tiempos, que se atornilla en el extremo del proyectil. Por último, la figura 94 reproduce, también en sección, uno de los llamados botes de metralla, que corresponde en cierto modo á los cartuchos de perdigones empleados en la caza; se compone de un cilindro de hoja de lata, *A*, forrado interiormente con chapa de cinc y provisto de tapa y fondo de cobre (*C* y *D*); contiene 76 balas de cinc, y se introduce en el cañón delante de un cartucho ordinario de pólvora.



FIGURAS 92 Á 94.
Proyectiles de la artillería de campaña alemana.

En la *espoleta de percusión* de las granadas simples, que reproducimos en mayor escala en la fig. 95, la inercia de un cuerpo pesado resulta doblemente aprovechada. La pieza hueca de percusión *l l* está como suspendida en un soporte especial, *h h*, sobre cuyo fondo descansa, apoyándose al mismo tiempo en la aguja *n*; al dispararse el cañón, dicha pieza, merced á su inercia, no se mueve por el pronto, mientras que la aguja, obedeciendo al impulso del proyectil, penetra en su hueco, apartando los brazos de su soporte y aproximando á ella el fondo de la carga *e e;* la pieza de percusión, unida de este modo á la aguja, permanece entonces en dicha posición, hasta que la granada sufre un choque. Mientras que, en virtud de éste, cesa repentinamente la velocidad del proyectil, la de la pieza de percusión no sufre alteración por el pronto; de modo que dicha pieza, adelantándose en cierto modo al proyectil mismo, hace penetrar la punta de la aguja en el mixto *k*; el fuego producido se propaga hacia atrás á través de la membrana de hilo *b*, que tapa la carga de pólvora, y ésta se enciende, determinando la explosión de la granada. Por consiguiente, esta explosión sólo tiene lugar al dar el proyectil en el blanco, ó chocar contra el terreno, y no puede verificarse durante su paso por el aire, á menos que por casualidad diera contra un árbol ú otro obstáculo semejante. La espoleta de percusión empleada antes en la artillería prusiana, inventada por el general von Neumann, no ofrecía bastante seguridad con el armamento nuevo, por cuya razón vino á sustituirla la espoleta descrita, que ideó el capitán *Hofmann.*

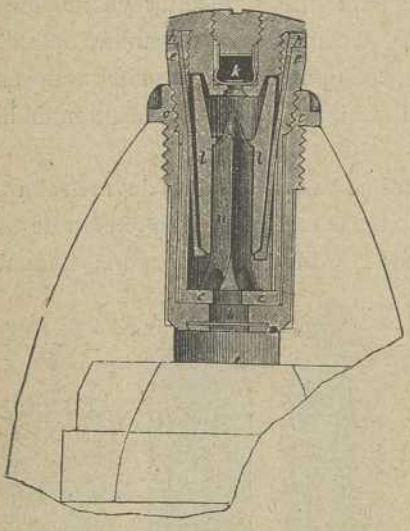


FIG. 95.—Espoleta de percusión, de Hofmann, de las granadas alemanas.

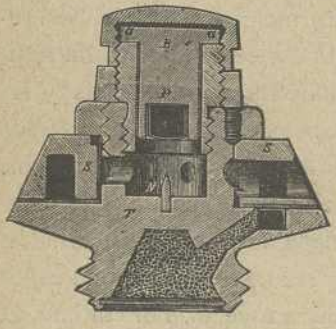


FIG. 96.
Espoleta de tiempos de las granadas de metralla alemanas.

Las granadas de metralla, que deben estallar en el aire poco antes de alcanzar el blanco, van provistas al efecto de la llamada *espoleta de tiempos*, de que tuvimos antes ocasión de ocuparnos. La fig. 96 indica la construcción que tiene actualmente esta espoleta de Alemania; la pasta de pólvora descansa en una ranura anular practicada en la pieza giratoria *S*, y se enciende también mediante una agujita *N* y un mixto *P*, merced á un mecanismo, en cuya acción la inercia

desempeña también su papel. La pieza *B*, que lleva el mixto *P* en su parte posterior, y cuyos brazos *a a* se rompen bajo la influencia del disparo, permanece en posición, alcanzando la aguja *N* el mixto; el fuego se propaga á un extremo de la masa *S*, que va consumiéndose, y acaba por encender la pólvora en el fondo ó petardo, y por su medio la que constituye la carga del proyectil. Según la disposición de la pieza giratoria *S*, el fuego tarda más ó menos tiempo en determinar la explosión, como dijimos anteriormente, de modo que el momento en que conviene que ésta tenga efecto, puede graduarse con arreglo á la distancia del cañón al blanco, y de aquí el nombre "espoleta de tiempos„.

En los últimos años se ha logrado acrecentar notablemente el efecto de los cañones de grueso calibre, aumentando su longitud, así como la de los proyectiles, y empleando también cargas más fuertes que antes. Mientras que antes la longitud total de semejantes cañones no excedía de 25 calibres, se construyen hoy piezas de 30, 35 y hasta 40 calibres de largo; y en vez de proyectiles de 2,5 calibres de largo, se tiene ya de 3,5 y 4. En cuanto á las cargas, se emplean hoy de la tercera parte del peso del proyectil; mientras que antes con los lisos, y aun hoy en la artillería de campaña, la proporción era y es de una cuarta parte de dicho peso. La pólvora misma es de combustión lenta y grano prismático, recomendándose recientemente la pólvora parda (*poudre chocolat*) que fabrica la Sociedad anónima de Rottweil-Hamburgo, en virtud de la acción poco perjudicial de sus gases sobre las paredes del arma; también se está ensayando la nueva pólvora *sin humo*, de que dimos cuenta en el capítulo correspondiente del tomo IV. Las ánimas más prolongadas de los cañones en cuestión permiten aprovechar mejor la expansión de los gases de las cargas fuertes, y acrecientan la velocidad inicial de los proyectiles. Dicha velocidad llega ya hasta 600 metros en el primer segundo, con las granadas ordinarias, y hasta 530 metros con las más pesadas, es decir, las de paredes más gruesas y carga reducida. Los proyectiles nuevos, más largos que los de antaño, y por consiguiente más pesados con relación á su sección, pierden mucho menos de su velocidad inicial bajo la resistencia atmosférica; y el resultado es, en suma, una fuerza penetrante muy superior, cosa de la mayor importancia tratándose de blindajes.

En la solución del problema que nos ocupa, la fábrica de *Krupp* ha prestado los más señalados servicios; el cañón reproducido en la fig. 85 es un ejemplo del nuevo sistema, adoptado ya en la marina alemana para calibres de 10,5, 15, 21, 24 y 28 centímetros. Puede objetarse que con hacer cañones tan largos se aumenta considerablemente su peso; pero este inconveniente resulta más que compensado por el efecto superior que se obtiene, puesto que, por ejemplo, el nuevo calibre de 24 centímetros surte los efectos del antiguo de 28. Krupp ha construído un cañón de 40 centímetros, 35 calibres de largo

(14 metros), y peso de 121.000 kilogramos, con el cual y granadas de 170 y 1.050 kilogramos, se alcanzan velocidades iniciales de 700 y 610 metros respectivamente, mediante una carga (en ambos casos) de 485 kilogramos de pólvora; aún más recientemente salió de sus talleres otro monstruo del mismo calibre (40 centímetros), pero de 16 metros de largo (40 calibres) y del peso de 143.000 kilogramos, cuyos proyectiles, con la carga ya referida de 485 kilogramos de pólvora, alcanzan velocidades iniciales de 735 y de 640 metros; y actualmente tiene en proyecto un cañón de 45 centímetros por 40 calibres de largo. Ante semejantes armas, aun el enorme cañón del antiguo sistema de 35

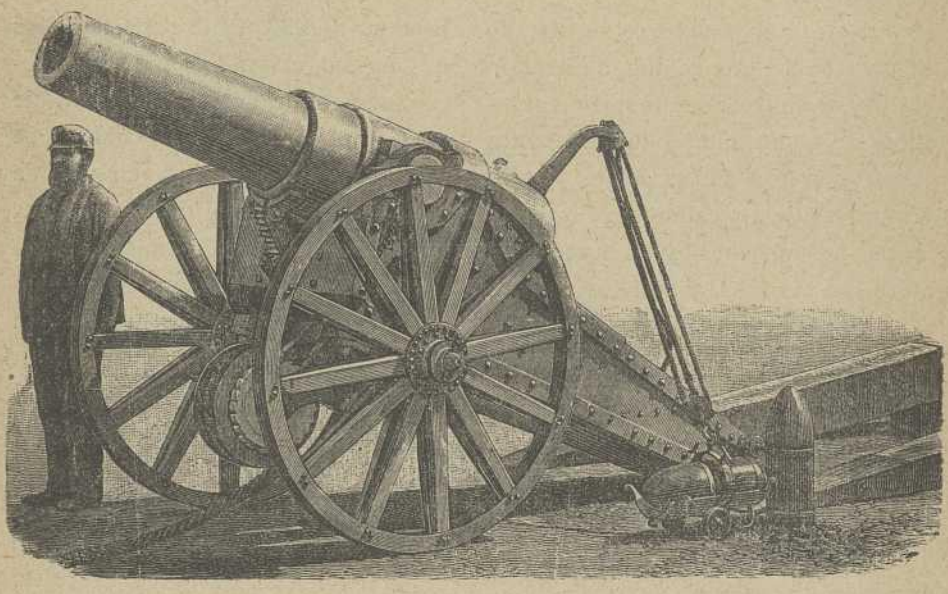


FIG. 97 —Obús de acero, sistema Krupp; artillería de sitio.

centímetros por 25 calibres de largo (8,9 metros), puede considerarse como mero juguete.

Enfrente de las fortificaciones modernas, los cañones cortos (obuses) y los morteros desempeñan un papel importante; y para que nuestros lectores vean que también en este terreno se realizan progresos, reproducimos en las figuras 97, 98 y 99 un cañón corto, ú obús, de 21 centímetros, un mortero de 24 centímetros (ambos de Krupp), y un mortero de 9 centímetros, construído en Alemania con arreglo al sistema francés. Las dos piezas de Krupp son de acero, se cargan por la recámara y tienen el cierre de cuña redonda; el obús es de 12 calibres de largo (2,52 metros), pesa 3.030 kilogramos, y lanza una granada de 91 kilogramos, mediante una carga máxima de 7,25 de pólvora, con una velocidad inicial de 300 metros. El mortero de 24 centímetros (figura 98) tiene 8,5 calibres de largo, pesa 1.790 kilogramos, lanzando una

granada de 136 kilos con una velocidad de 200 metros, mediante 5,4 kilogramos de pólvora. La carga explosiva de la granada misma es de 7 kilogramos.

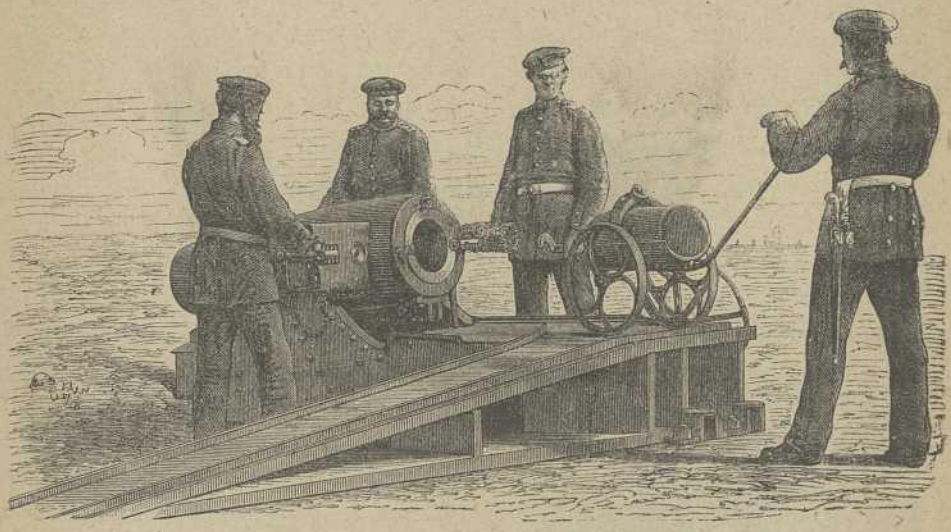


FIG. 98.—Mortero de acero de 24 centímetros, sistema Krupp.

Por último, el mortero representado en dos posiciones en la fig. 99, es de bronce duro, y, según el sistema francés, la recámara se cierra por medio de un fuerte tornillo, en el cual se halla reservado el espacio necesario para la

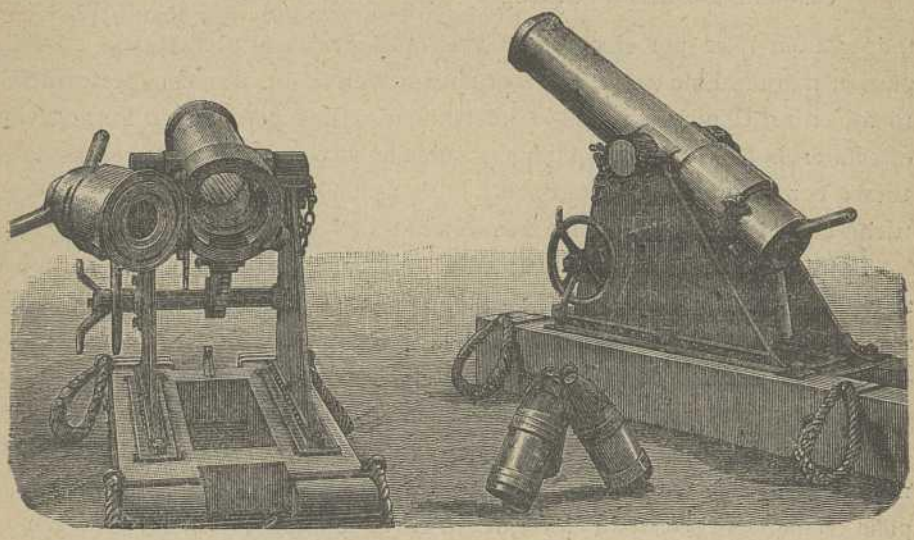


FIG. 99.—Mortero de bronce duro, sistema francés.

carga de pólvora, como se ve claramente en el grabado (á la izquierda). El calibre de este arma es de 9 centímetros, su largo de 8 calibres, y pesa 104,5

kilogramos, lanzando una granada de 7 kilos con una carga de 289 gramos de pólvora.

Francia había adoptado ya, en 1864, la carga por la recámara para su artillería de marina, aunque conservando el sistema de rayado de La Hitte. Napoleón III, que siempre dedicaba mucha atención á las mejoras del armamento, pero que no siempre obraba con acierto, tenía aprobado, al estallar la guerra franco-alemana, un cañón de campaña con carga por la recámara, según modelo del capitán *Reffye*, y durante el sitio de París el Gobierno hizo construir gran número de estos cañones. Tal es el arma llamada por los franceses *canon de 7*, porque la granada correspondiente pesa 7 kilogramos, siendo su calibre de 8,5 centímetros. Después de la guerra se adoptó provisionalmente como cañón de campaña pesado, figurando á su lado, como pieza ligera, el *canon de 5*, con calibre de 7,5 centímetros y peso de 4,75 kilogramos. En lugar de la espoleta antes en uso se adoptó la espoleta de percusión de *Demarest* para granadas ordinarias y de metralla, abandonándose los botes de metralla. El material de los cañones era en parte acero, en parte bronce; el cierre de la recámara se verificaba por medio de un tornillo, construído sobre la base del cierre inventado ya en 1842 por el coronel *Treuille de Beaulieu*, y adoptado en 1864 para la marina. Este cierre, que reproducimos en la fig. 100, consiste esencialmente en un cilindro con roscas interrumpidas, que permiten su introducción directa en la abertura de la culata, y encajan firmemente en las roscas de la tuerca con sólo media vuelta dada á la manezuela. El fondo de latón del cartucho de la pólvora hacía las veces de obturador.

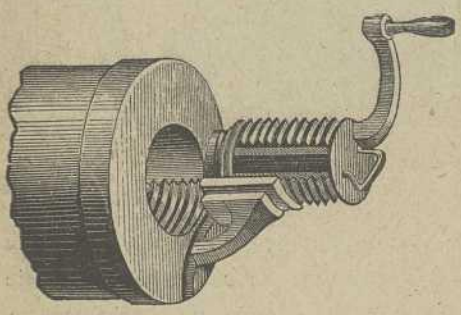


FIG. 100.
Cierre de tornillo de la artillería francesa.

Entretanto trabajábase activamente en Francia para introducir un nuevo sistema de cañones de campaña, que, según se decía, había de dejar en la sombra todos los sistemas conocidos. Tal era la construcción de *Bange*, que quedó adoptada en 1879. Los cañones de este género se componen de un alma (tubo) de acero reforzada exteriormente con anillos del mismo metal; su calibre es de 8 y 9 centímetros con peso de 425 y 530 kilogramos respectivamente, de modo que resultan bastante más pesados que los cañones de campaña alemanes; el cierre de la recámara es el de tornillo (sistema Treuille modificado), con cabeza interior móvil, que puede apretarse desde el exterior, y entre la cual y el cuerpo del cierre se introduce una redondela plástica en forma de una longaniza, digámoslo así, de grasa y amianto, en una fundita de lona. Los proyectiles (granadas), de 5,9 y 8,17 kilogramos de peso respectiva-

mente, no tienen tetones como las antiguas, para su guía en el rayado, sino anillos externos de cobre, que llenan el mismo objeto que la envuelta de plomo de los alemanes, adaptándose por compresión á las rayas; su espoleta es de efecto doble, pudiendo servir por percusión ó como espoleta de tiempos. Las cargas de pólvora son de 1/3 á 1/4 del peso de los proyectiles, y las cureñas de plancha de acero. Respecto de su precisión y tensión de la trayectoria, estos cañones nada dejan que desear; pero los proyectiles son defectuosos, y en los últimos tiempos se oyen quejas acerca de la poca solidez del cierre de tornillo. La artillería gruesa francesa tiene cañones de construcción análoga, cuyos calibres llegan hasta 42 centímetros.

En Rusia, la artillería de campaña está dotada con cañones de acero y carga por la recámara, según el sistema de Krupp, en dos calibres, ó sean 8,7 y 10,67 centímetros, con proyectiles de 6, 8 y 12,49 kilogramos respectivamente, empleándose cargas de 1.500 y 1.843 gramos. La artillería de sitio

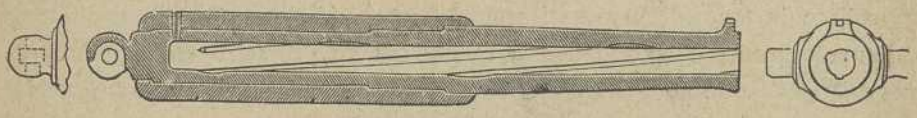


FIG. 101.—Cañón de campaña inglés, de Armstrong.

cuenta, como cañón más pesado, una pieza del calibre de ocho pulgadas rusas (20,32 centímetros), que, á los efectos del transporte, puede dividirse en varias partes.

Como indicamos anteriormente, Austria tiene desde 1875 cañones de campaña del llamado bronce de acero, con carga por la recámara y cierre de cuña prismática ó aplanada, siendo los calibres de 7,5 y 8,7 centímetros. Las cureñas son de hierro. La artillería de sitio se compone también de cañones de dicho bronce; pero para la defensa de las costas (Adriático) se han montado cañones de acero de Krupp.

Inglaterra, después de adoptados en 1860 los cañones de *Armstrong* con carga por la recámara, se vió en la necesidad de abandonarlos, dado lo defectuoso del cierre; y tras una serie de ensayos comparativos entre cañones rayados con carga por la boca, construídos por dicho Armstrong y por *Whitworth*, se decidió, en 1865, por el sistema del primero, que ilustran nuestra figura 101. Pero en 1869 adoptó la construcción de *Fraser*, que ya mencionamos en otro lugar, con tubo (ánima) de acero y anillos de hierro forjado, y dotó entonces á su artillería de campaña con piezas llamadas de á nueve y de á dieciséis libras, es decir, con calibres de 7,62 y 9,14 centímetros respectivamente, y granadas de 4,11 y 7,34 kilogramos de peso, empleando para dichos dos calibres cargas de 794 y 1.361 gramos de pólvora. Empero desde entonces se ha convencido aquel Gobierno de las ventajas de la carga por la recá-

mara, y ha adoptado por fin cañones del género con cierre de tornillo parecido al sistema francés; construyendo para la artillería de campaña un cañón llamado de á trece (libras) con calibre de 7,62 centímetros y granadas de 4,90 kilogramos, que reciben una velocidad inicial de 522 metros; y otro, llamado de á veintidós (8,9 centímetros), que, mediante una carga de 3,4 kilogramos de pólvora, lanza granadas de 10 kilogramos, con una velocidad inicial de 542 metros. Las pesadas piezas de la marina de guerra y defensas terrestres se están reformando con arreglo al mismo sistema, variando sus calibres entre 10 y 40 centímetros, y proyectándose otros de 46; el más pesado hoy existente es el llamado de 110 toneladas, con calibre de 40 centímetros y largo de 28,6 calibres, que lanza una granada de 817 kilogramos con velocidad inicial de 615 metros.

Italia, que antes había adoptado el sistema francés, lo abandonó en 1872 en favor del alemán, introduciendo primero una pieza de bronce de 7,5 centímetros, con cierre de cuña redonda, y después un cañón más pesado de acero del calibre de 8,7 centímetros. Posteriormente se ha adoptado como material el llamado bronce duro, ó de acero, que se usa más especialmente en Austria. Los cañones pesados de la marina son de carga por la recámara, construídos por Armstrong, mientras que para la defensa de sus costas, se vale Italia de los monstruos de acero de Krupp, mencionados más arriba.

La artillería del ejército español, atendiendo á las condiciones especiales de los diversos elementos que lo constituyen, con arreglo á los diferentes servicios que haya de prestar, clasifica sus diferentes piezas ó cañones en "de campaña, sitio, playa y costa„.

La artillería de campaña es la destinada á seguir los movimientos de las tropas actuando sobre el campo de batalla, en unión con las demás que constituyen el ejército de operaciones para iniciar y preparar el combate, proteger los despliegues dificultando los del enemigo, batir las obras ligeras de fortificación y acompañar en ocasiones á la caballería, para facilitar sus maniobras en los momentos decisivos del combate.

La artillería de sitio es la empleada en los ataques de puntos fortificados y plazas de guerra, necesitándose para los diferentes períodos que abraza el sitio de una plaza, piezas de diferentes clases y calibres, es decir, combinando el empleo de cañones, obuses y morteros.

La artillería de plaza es la que se emplea en el artillado de las plazas fuertes para su seguridad y defensa. Su calibre puede ser mayor que el de las de sitio, toda vez que no necesitan tanta movilidad y su instalación es más permanente.

La artillería de costa no es más que una variedad de la anterior, y se destina, como su nombre lo indica, al artillado de las plazas marítimas, así como al de las fortificaciones que defienden las radas, puertos ó cualquier otro punto im-

portante de las costas. Siendo su objeto principal impedir que los barcos enemigos hostilicen á la plaza, se comprende la necesidad de dotar esta artillería con las piezas más potentes y perfectas que se construyan.

Necesitando las piezas de artillería, para su servicio y conservación, multitud de aparatos y efectos, como carruajes, máquinas de transporte, montajes, municiones y juegos de armas, constituyen un todo en extremo complicado conocido con el nombre de "Material de artillería„.

En España las baterías de campaña, llamadas vulgarmente montadas, están armadas con cañones de 8 y 9 centímetros de calibre, de acero ó de bronce comprimido y del sistema de retrocarga.

El cañón reglamentario de bronce comprimido de 8 centímetros se compone exteriormente de tres cuerpos: el primero, que comprende la cuña de cierre, es cilíndrico; el segundo, formado por dos partes tronco-cónicas, y el tercero, compuesto de otra parte tronco-cónica y una moldura en su extremidad, llamada "brocal„. El ánima está surcada por 24 rayas de ancho y profundidad constante y paso de hélice progresivo; en su interior se hallan trazadas las recámaras para el proyectil y el cartucho de pólvora, y á su extremidad hay roscado un anillo de acero, en el cual se abre el alojamiento del "anillo obturador„. El mecanismo de cierre, que es de acero, es el de cuña sistema prusiano de Krupp, cuya descripción hicimos en otro lugar, y los aparatos de puntería son del sistema Armstrong. El peso de la pieza es de 358 kilogramos, su longitud total de 2,024 metros, y emplea para sus diferentes usos la granada de segmentos, modelo 1879, de peso de 4,6 kilogramos, con carga interior de 0,116 kilogramos, ó bien la granada de metralla ó el bote; la carga de proyección es de 1,25 kilogramos, con la que se obtiene una velocidad inicial de 483 metros y un alcance superior á 5.000 metros.

El cañón de acero de 8 centímetros, modelo 1868, es zunchado y análogo al prusiano descrito en otro lugar. Su peso total es de 335 kilogramos y su longitud de 1,935 metros, y emplea iguales proyectiles que el cañón de bronce de igual calibre con una carga de proyección de un kilogramo de pólvora; la velocidad inicial es de 445 metros y su alcance también superior á 5.000 metros.

La cureña para los dos mencionados cañones, es de chapa de acero fundido, análoga á las descritas ya para los cañones similares de otras naciones, y lleva un aparato moderador sistema *Euguelard* para amortiguar las percusiones del disparo. Esta cureña permite dar al cañón, en terreno horizontal, una inclinación máxima de 20 grados por elevación y 5 por depresión, y pesa 427 kilogramos.

Los cañones de 9 centímetros, tanto de acero como de bronce, que usa la artillería de campaña española, son semejantes á los de 8 centímetros, con las solas variaciones inherentes á la diferencia de calibre.

El cañón de 8 centímetros, de acero, sistema del comandante de artillería

Sotomayor, y destinado al armamento de las baterías ligeras á caballo, es de acero fundido, y se halla formado por un tubo interior reforzado con otro en la parte de la culata, y además por otro zuncho que lleva los muñones. El ánima, cuyo verdadero calibre es de 7,8 centímetros, está rayada con 16 estrías de inclinación progresiva y profundidad constante, teniendo en la parte de su culata el alojamiento para el obturador y para el tornillo de cierre. Este cierre, muy ingenioso en sus detalles, es de "rosca partida„, con tres sectores lisos y otros tres fileteados, hallándose unido á él el aparato de obturación ideado por el comandante de artillería *Frèvre*, sumamente sencillo, y compuesto de un tronco de cono de acero, embutido en un anillo del mismo metal, de forma troncocónica también en su interior, y cuyo tronco, de cono sólido, penetra por la acción del disparo en el anillo, dilatándolo y haciendo que su superficie exterior se ajuste perfectamente á las paredes de su alojamiento é impidiendo la salida de los gases.

Los elementos de puntería del cañón Sotomayor son del sistema Armstrong, y emplea, como las demás piezas de campaña, la granada ordinaria, la de metralla y el bote también de metralla. La longitud total de la granada ordinaria es próximamente de 3½ calibres, y su peso, vacía, de 6 kilogramos; la carga de proyección es de 1,25 kilogramos de pólvora de 6 milímetros ó de 1,3 kilogramos de pólvora cúbica de 9 milímetros; el peso del cañón de 285 kilogramos; su longitud de 2,16 metros, y la velocidad inicial obtenida, de 460 metros.

La cureña para el cañón que nos ocupa tiene sus "gualderas„ tubulares, y formadas por dos *TT* de acero y dos chapas, también de acero, unidas con remaches. Las ruedas, como todas las de la artillería de campaña, tienen sus cubos metálicos de acero ó de bronce.

La espoleta de percusión, modelo 1882 reglamentario en España, es análoga á la descrita anteriormente, con un muelle Packfoud de cuatro brazos, que ofrece una resistencia de 20 kilogramos. La espoleta de tiempos, modelo 1880, es también análoga á la ya descrita, y los estopines destinados á dar fuego á la carga explosiva son del sistema de fricción.

La artillería española de montaña, conducida, así como sus municiones, á lomo por medio de mulos, ha de tener naturalmente la ligereza necesaria á semejante medio de transporte y á la gran movilidad con ella requerida: los regimientos de montaña están armados con cañones cortos de acero y del calibre de 8 centímetros, sistema del teniente coronel de artillería *Plasencia*.

Exteriormente consta este cañón de un cuerpo tronco-cónico provisto de los muñones y meseta para el punto de mira, y se termina en su culata con dos fajas que sirven para pasar por ellas el resalte de una palanca, destinada, en unión de otra que entra por la boca, á facilitar las operaciones de la carga y descarga sobre el lomo del animal que lo conduce. El ánima está rayada con

12 estrías de paso progresivo que van estrechando hacia la boca, y se cierra con un tornillo de rosca partida, formando un cierre análogo al descrito en la artillería francesa. El peso de este cañón es de 102 kilogramos; su longitud total de 1,011 metros, el peso de la granada, de envuelta ligera, modelo 1873, cargada, de 3,6 kilogramos y la carga de proyección de 400 gramos.

La cureña del cañón Plasencia, consta de tres partes principales, que son: el "cuerpo de cureña„, el "eje„ y las "ruedas„, todas independientes entre sí para su distribución en tres cargas sobre mulos. El cuerpo de cureña es de chapa, con un recerco de hierro angular sujeto con redoblones y provisto de las sobre-muñoneras y sota-bragas necesarias para unir á ella, en el momento del fuego, el cañón y el eje con sus ruedas; este eje es de acero pudlado con peso de 24,8 kilogramos, y las ruedas de madera, con cinco pinas y diez rayos, pesan 57 kilogramos. Las cajas de municiones destinadas á este cañón son de madera reforzada con cantoneras de chapa, y provista de dos cadenas de suspensión para colgarlas del "baste„, una á cada lado. En su interior llevan un encasillado para cinco granadas ordinarias, cuatro de metralla y un bote, una caja de cinc para sebo y otra con tapa de madera para los cartuchos de pólvora. Cada caja, con sus municiones, pesa 62 kilogramos.

El cañón de montaña sistema Plasencia, que nos ocupa, se conduce en tres cargas, siendo una el cañón, otra el cuerpo de cureña y otra el eje con las ruedas. Las cajas se conducen en una carga cada dos, y la manera de desarmar y armar el conjunto consiste en separar el cañón de su cureña, abriendo previamente las sobremuñoneras, introducir las palancas de boca y de culata, quedando así preparado para cargarlo en el baste del mulo, restando tan sólo el desarme de la cureña, para lo que basta quitar los pasadores que sujetan las sotabragas y abrir éstas, saliendo entonces fácilmente el eje con sus ruedas. Con el auxilio de otra palanca especial se carga esta cureña sobre el mulo y las ruedas en la misma disposición que quedan al separarlas de ella. La manera de armar el material se efectúa naturalmente en un orden inverso al que acabamos de explicar.

El peso medio de cada carga, incluyendo en él el del baste, juegos de armas y accesorios que en cada una se conducen, es el siguiente:

Carga de ruedas	149,5	kilogramos.
Idem de cureña	154,5	—
Idem de cañón	184,0	—
Idem de caja	190,0	—

Siendo de notar que, por más que la carga de cajas de municiones sea la más pesada, es en cambio la más estable y menos molesta para el animal conductor de ella.

Independientemente de las piezas de la artillería de campaña reglamenta-

rias en España en que acabamos de ocuparnos, existen también en este país las "ametralladoras„ de diversos modelos, siendo la reglamentaria la del sistema Montigny, si bien con algunas modificaciones introducidas para su mejor manejo. Su descripción detallada nos llevaría á extendernos más de lo que consiente la índole de esta publicación, y sólo diremos de ella que su carácter típico es de las ametralladoras-fusiles adaptada al uso del cartucho Remington, y que sus disparos pueden ser sucesivos ó simultáneos por medio de sus 37 cañones de acero fundido. El grabado que la representa podrá verse más adelante al tratar de las ametralladoras.

Las piezas reglamentarias para el servicio de sitio, son: los cañones de bronce de 10 y de 14 centímetros y de retrocarga, los de acero de 15 centímetros, los de bronce rayados de 16 centímetros, los obuses rayados de 21 centímetros, de retrocarga también y bronce comprimido, y los morteros de 16, 27 y 32 centímetros, además de algunos cañones últimamente proyectados de 12 y 15 centímetros, de retrocarga y bronce comprimido, y de varios otros morteros y obuses, también de retrocarga.

El cañón de bronce de 10 centímetros es análogo á los de campaña de menor calibre ya descritos; el de 14 centímetros proviene de los antiguos lisos de 13 centímetros, transformados al sistema moderno y provistos de un cierre de tornillo partido, sistema francés.

Los cañones de acero de 15 centímetros, de retrocarga, están rayados con 36 estrías, y su mecanismo de cierre es de cuña sistema Krupp, hallándose reforzados por un zuncho en la parte de la recámara; su cureña de chapa permite dar al cañón, en terreno horizontal, una elevación máxima de 35 grados, y el peso de ella es de 1.500 kilogramos.

El obús de bronce comprimido de 21 centímetros, está rayado con 50 estrías de ancho, profundidad y paso de hélice constante, y su aparato de cierre es de tornillo semejante al del cañón de 14 centímetros. El único proyectil que se emplea en este obús es la granada ordinaria, con un peso de 71,793 kilogramos, y su carga es de 7 kilogramos de pólvora prismática de 7 canales; el peso de la pieza es de 301 kilogramos, con una longitud de 2,427 metros.

Los morteros cónicos de 16, 27 y 32 centímetros, son de forma análoga á todos sus similares empleados en las diferentes naciones, y arrojan las bombas esféricas de sus correspondientes calibres.

Las modernas piezas de artillería usadas en España para la defensa de las costas son, entre otras de uso más general, las siguientes: cañones de hierro de 28 centímetros, obuses, también de hierro, de 21 centímetros, cañones de hierro de 15 centímetros, zunchados y también de este mismo calibre, entubados, cañones Armstrong de 25,5 y de 30,5 centímetros y cañones de acero Krupp de 26 y 30,5 centímetros.

El cañón de hierro de 28 centímetros, llamado comunmente "cañón *Ba-*

rrios„ del nombre de su inventor, general de la Artillería de la armada, tiene hoy día reducida aplicación con los espesores de las corazas modernas del blindaje de los barcos de guerra, siendo su empleo eficaz á reducida distancia para perforar esas corazas. Los proyectiles que dispara este cañón, son: la bala de hierro endurecido ó de acero, capaz de atravesar las planchas de blindaje de 17,2 centímetros de grueso, y la bala de hierro colado, usada para batir los cascos de los buques de madera.

El obús de hierro de 21 centímetros se halla reforzado con 6 zunchos, de acero pudelado, y además con un manguito que contiene los muñones. El proyectil empleado es la granada cilindro-esférica con tetones de 75 kilogramos de peso, y el peso de este mismo obús es de 6.000 kilogramos, empleando una carga de proyección de 5,8 kilogramos de pólvora prismática, y con la que se consigue un alcance útil de 5.000 metros disparando por 42 grados de elevación.

Los cañones de hierro zunchados de 15 centímetros y retrocarga, constan de dos cuerpos, comprendiendo el primero toda la parte del cañón que contiene los 7 zunchos, y el segundo el resto. El aparato de cierre es de tornillo partido y los elementos de obturación, sistema Broadwell, están constituídos por un anillo de cobre y un platillo de acero con una corona de cobre embutida en su cara anterior. El peso del proyectil cilindro-ojival es de 26,3 kilogramos, el de la pieza de 4.500 kilogramos, su longitud de 3,67 metros y el peso de la carga de proyección de 1,75 kilogramos de pólvora prismática, con la que se obtiene una velocidad inicial de 475 metros y alcance eficaz superior á 5.000 metros. La cureña empleada para el servicio de este cañón es de chapa de hierro, conteniendo un freno hidráulico para moderar su retroceso en el disparo. Su peso es de 770 kilogramos.

Los cañones de hierro entubados de 15 centímetros tienen también de tornillo su aparato de cierre, y disparan granadas cilindro-cónicas de acero contra los blindajes de los acorazados, pudiéndose atravesar á distancia de 2.000 metros una plancha de hierro forjado de 20 centímetros de grueso.

El cañón Armstrong de 25,5 centímetros de calibre, es del sistema ideado por este inventor y ya descrito anteriormente, con cierre de tornillo partido. Su longitud total es de 7,503 metros y su peso de 26.246 kilogramos, empleándose como proyectiles la granada ordinaria, la perforante, la de metralla y el bote, con peso cada uno de ellos de 181,2 kilogramos. Los montajes son diferentes, según se emplee el cañón en casamata, ó en baterías de otro género. El cañón Armstrong de 30,5 centímetros sólo difiere del anterior por sus dimensiones. La longitud total es de 8,807 metros y su peso de 44.350 kilogramos.

El cañón Krupp, de acero, de 26 centímetros y 35 calibres de longitud, es análogo á todos los fabricados por este constructor, con una longitud total de 9,^{m}100 y peso de 27.700 kilogramos. Con el proyectil de acero fundido, tem-

plado y forjado, de figura cilindro-ojival y carga explosiva de 4,1 kilogramos, puede atravesarse á 2.000 metros una plancha de hierro forjado de 45 centímetros de grueso.

Por último, el cañón Krupp, de acero, de 30,5 centímetros y 35 calibres de longitud, reglamentario en España para la defensa de sus costas, es en un todo semejante al de 26 centímetros, con una longitud total de 10,7 metros y peso de 48.400 kilogramos; el proyectil pesa 455 kilogramos y la carga de proyección 132, produciendo una velocidad inicial de 520 metros y un alcance eficaz de 10.800 metros. El proyectil perforante atraviesa á 2.000 metros una plancha de hierro forjado de 55 centímetros de grueso.

CAÑONES DE REPETICIÓN

Estas armas modernas, que se llaman también *cañones mecánicos*, tienen por objeto el disparo simultáneo, ó en sucesión muy rápida, de un número mayor de proyectiles pequeños, con igual precisión y alcance como si fueran lanzados por una carabina.

Mencionaremos en primer lugar el *cañón revólver* norteamericano, y la *ametralladora* francesa, cuya construcción se funda esencialmente en principios distintos. En el primero, ó sea el cañón de *Gatling*, cuyo inventor de este nombre es natural de Indianópolis (Estado de Indiana), y que reproducimos en la fig. 102, el aparato cargador es fijo, mientras que los seis cañones paralelos separados, sujetos por dos discos, pueden girar en torno de un eje central común, determinando al paso la descarga simultánea de otros tantos cartuchos con bala. En cambio las ametralladoras, tanto la inventada en 1867 por el coronel francés *Reffye*, como la del belga *Montigny*, tienen un número relativamente grande de cañones, reunidos á modo de haz en un solo cuerpo fijo, siendo móvil el mecanismo de carga y descarga que constituye la culata.

La fig. 103 representa la ametralladora francesa montada en su cureña, distinguiéndose posteriormente la cigüeña destinada á fijar la pieza que lleva los cartuchos, y en el lado derecho otra cigüeña menor que sirve para hacer el disparo. La fig. 104 representa una sección longitudinal de los mecanismos correspondientes, siendo de advertir que los cartuchos, en número de 25 (correspondiente al de los cañones que tienen 13 milímetros de calibre), se alojan en una plancha móvil *A*, que constituye como el fondo de los cañones, introduciéndose entre ellos y el mecanismo de disparo *B C*; el fuego tiene lugar, por lo tanto, por salvas de 25 tiros, entre las cuales se saca la plancha descargada, sustituyéndola con otra cargada. Los cartuchos son de cartón, herméticamente cerrados y con mixto de percusión central, determinando su disparo un sistema de agujas ó varillas paralelas *o o*, que se hacen retroceder por me-

dio del mecanismo *i k*, y saltan hacia adelante, una tras otra, á impulso de muelles espirales.

La ametralladora belga, reglamentaria en el ejército español con ligeras variantes (fig. 105), tiene 37 cañones de 14 milímetros de calibre, moviéndose sus mecanismos por medio de palancas, como indica más claramente la sección (fig. 106). Mediante la palanca posterior *L'*, todo el mecanismo de disparo se desliza hacia atrás, y entonces se introduce detrás de los cañones la plancha *P*, cargada con los cartuchos; un segundo movimiento de *L'* hace retroceder todas las varillas (que se apoyan posteriormente en muelles espirales), de modo que, delante de ellas, se pueda introducir una planchita maciza *D*, efectuado lo cual todo el aparato vuelve á su posición primitiva á impulso de

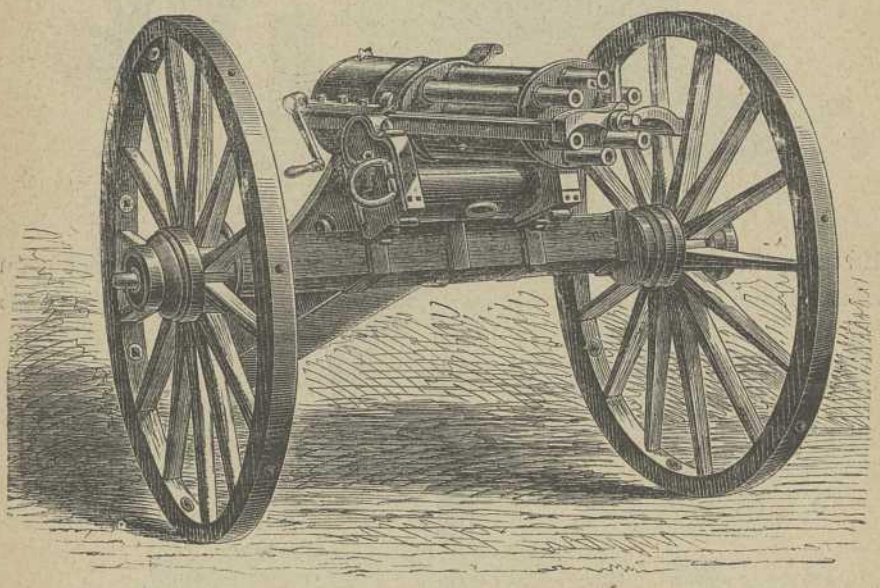


FIG. 102.—Cañón revolver de Gatling.

la misma palanca *L'*. En este estado el arma se halla lista, y basta retirar más ó menos rápidamente la plancha *D*, por medio de la palanca lateral *L*, para determinar el disparo, ó sea el choque de las varillas referidas contra otras tantas piececitas ó martillitos alojados inmediatamente detrás de los mixtos centrales de los cartuchos. La plancha grande que se alza sobre la cureña (figura 105) está destinada á proteger los artilleros contra el fuego enemigo.

En la guerra de 1870-71 la artillería alemana puso muy pronto las ametralladoras fuera de combate; sin embargo, pueden prestar buenos servicios tratándose de barrer puertas ó entradas estrechas, puentes, etc., que el enemigo se ve obligado á pasar; ahora, tanto Francia, como Rusia, Austria y otros países que introdujeron las ametralladoras en su artillería de campaña, han

tenido que abandonarlas como arma de ataque y defensa en campo raso, conservándolas únicamente en las fortificaciones, para barrer los fosos, etc.

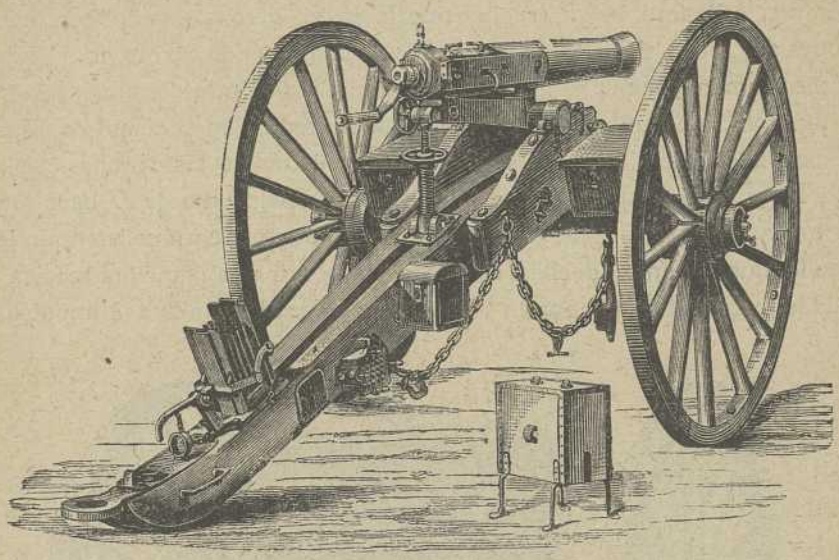


FIG. 103.—Ametralladora francesa de Reffye.

En la marina se emplean también con ventaja varias armas de repetición por el estilo, aunque de mayor calibre y con proyectiles explosibles, mereciendo

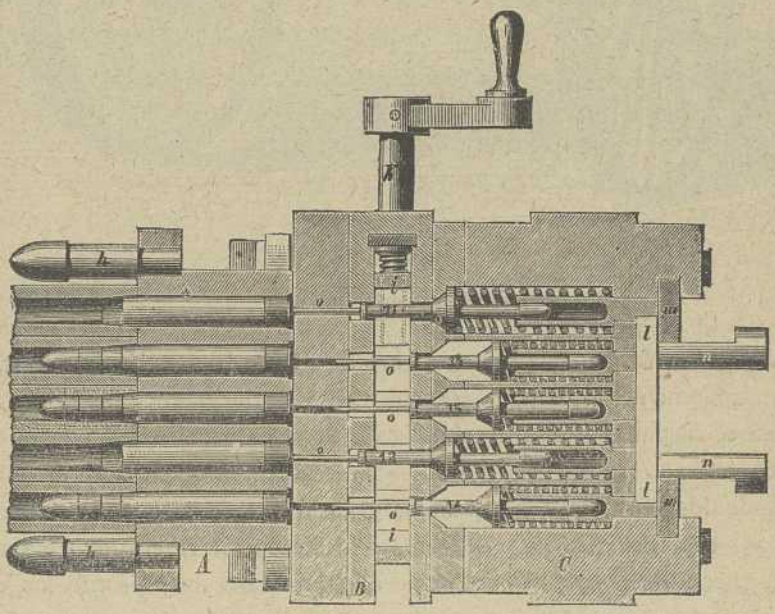


FIG. 104.—Mecanismo de disparo de la ametralladora francesa.

citarse un cañón Gatling perfeccionado, el del americano *Hotchkiss*, el del ingeniero sueco *Nordenfelt*, y uno nuevo del inglés *Maxim*. El de Hotchkiss

es un cañón de revólver parecido, aunque más sencillo, que el de Gatling, con cinco cañones de 37 milímetros de calibre, que lanza pequeñas granadas hasta del peso de 455 gramos. La ametralladora de Nordenfelt, que reproduce la figura 107 tal como se usa en la marina inglesa, tiene cuatro cañones fijos, colocados paralelamente uno al lado de otro, y la carga y el disparo se determinan alternativamente por medio de una palanca lateral, que en nuestro grabado tiene asida el marinero de la izquierda. Los cartuchos metálicos van cayendo en su sitio desde un cajoncito colocado sobre el arma, siendo los pro-

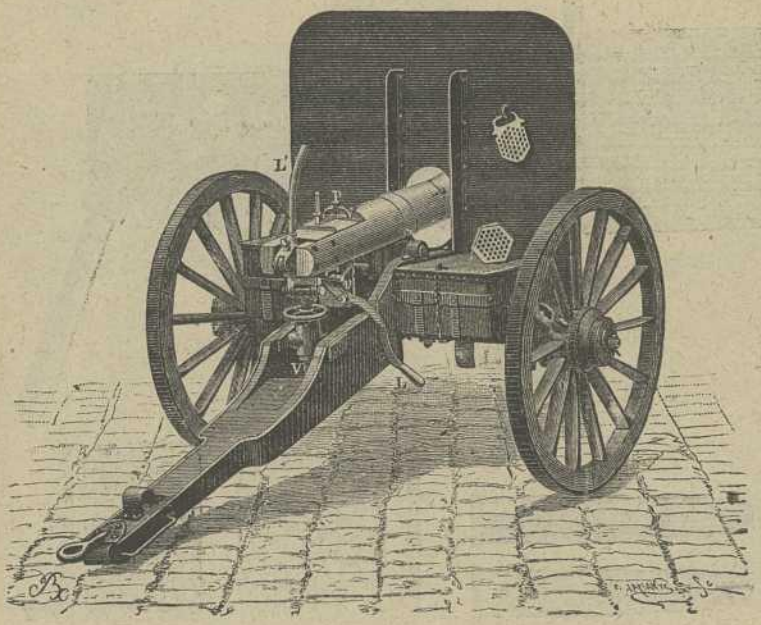


FIG. 105.—Ametralladora belga de Montigny.

yectiles balas cónicas de acero macizo revestidas de latón, del peso de 205 gramos, y constituyendo la carga de cada cartucho un cilindrito de 40,5 gramos de pólvora. El arma es susceptible de girar en un plano vertical sobre dos muñones, así como en uno horizontal sobre un pivote.

La ametralladora de Nordenfelt es la mejor arma del género de cuantas están adoptadas oficialmente por los diferentes Gobiernos; pero todas ellas adolecen, en mayor ó menor grado, de varios defectos, descomponiéndose el mecanismo de disparo en el momento menos pensado, calentándose mucho los cañones y perdiendo precisión la puntería en razón del movimiento producido por el manejo de cigüeñas y palancas. El inglés *Maxim* se propuso remediar estos inconvenientes, y, según parece, ha logrado su objeto de un modo brillante, con su *cañón automático*, que está llamando actualmente la atención,

aunque no se ha adoptado aún oficialmente. La novedad del sistema de Maxim consiste en aprovechar para la carga y el disparo la fuerza del retroceso, que en las armas anteriores también constituía un perjuicio; en otros términos, Maxin utiliza una energía que antes se desperdiciaba. El arma tiene un solo cañón, que recibe sucesivamente los cartuchos dispuestos paralelamente á lo largo de una cinta; para determinar su acción, el primer disparo se verifica tocando un botoncito como el de las campanillas eléctricas, pero el segundo cartucho cae automáticamente en su sitio y se dispara en virtud tan sólo del

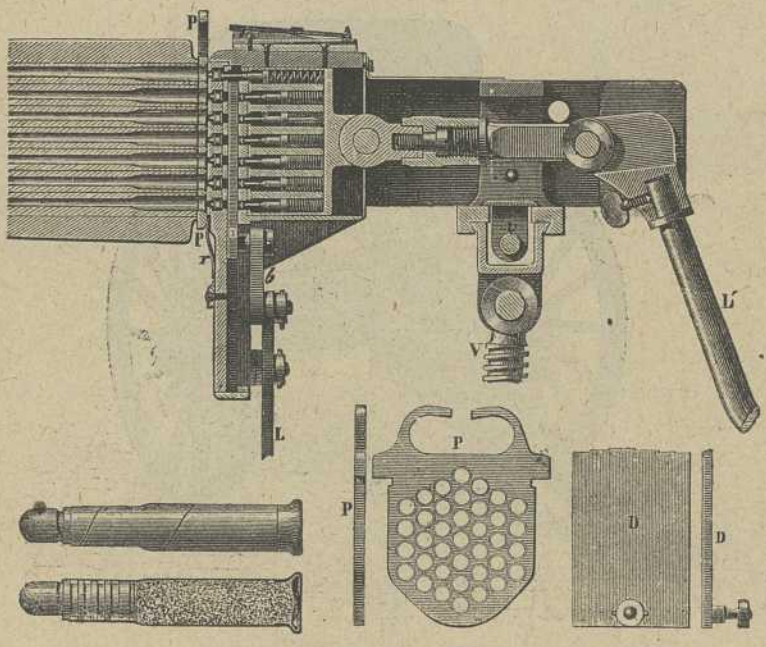


Fig. 106.—Mecanismo de disparo de la ametralladora belga.

retroceso producido por el primero; y así sucesivamente con todos los cartuchos hasta que se quiere parar el fuego. El número de los disparos se puede regular con exactitud desde dos ó tres hasta *seiscientos* por minuto. Para evitar que el cañón se caliente demasiado, se halla rodeado con una envuelta, en cuyo interior se introduce (también automáticamente por la acción del retroceso) un poco de agua fresca á cada disparo. El cañón Maxim puede hacerse de diferentes calibres y montarse de diversas maneras, según el empleo especial á que se destine; el que se construye actualmente tiene el calibre de una carabina ordinaria, es de 140 centímetros de largo, se halla montado, mediante una articulación universal, sobre un trípode de un metro de alto, y con éste y una plancha de acero para proteger á la persona que lo dirige, pesa 32 kilogramos.

COHETES DE GUERRA

Para completar nuestros datos sobre las armas de artillería, debemos ocuparnos, siquiera sea brevemente, de los llamados cohetes de guerra, por más

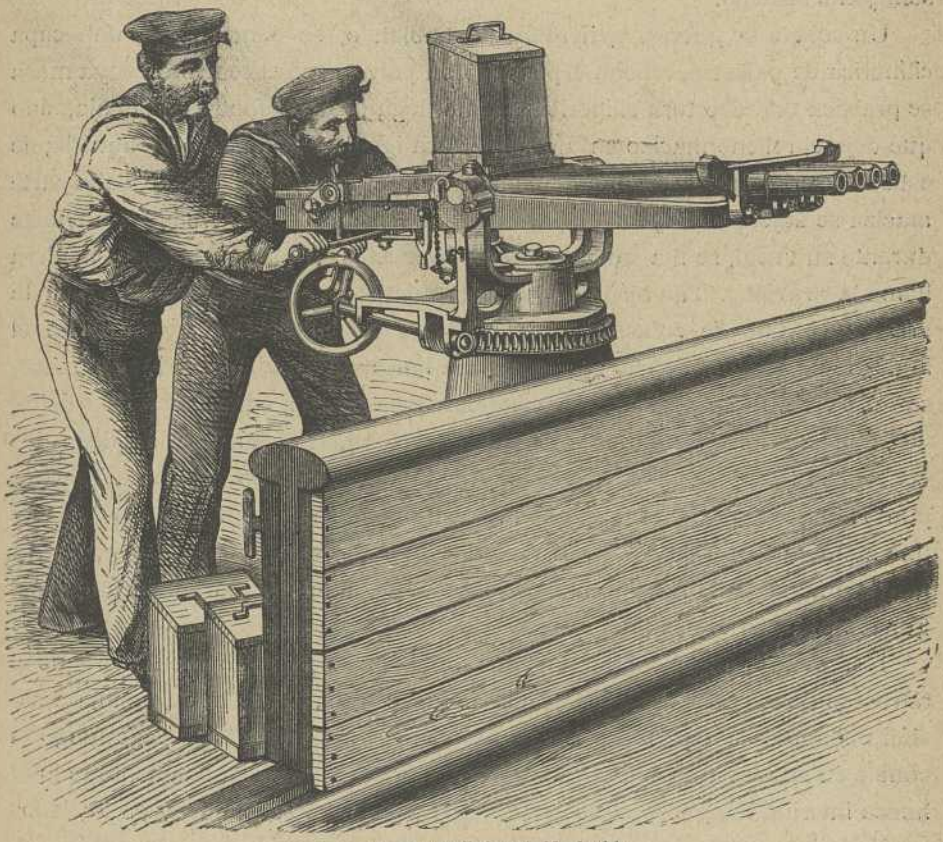


FIG. 107.—Ametralladora de Nordenfelt.

que han perdido ya mucha de la importancia que antes tuvieron. En otras épocas se emplearon cohetes en las operaciones militares para pegar fuego á objetos susceptibles de arder; pero hacía mucho tiempo que no se usaban en Europa más que para hacer señales, cuando á fines del siglo pasado los ingleses, en una de sus campañas de la India, fueron desagradablemente sorprendidos por los cohetes incendiarios que contra ellos lanzaba la gente de Tippu Sahib. El general Congreve, que mencionamos al tratar de las cureñas, introdujo dichos cohetes en Europa, empleándolos con ventaja en 1806 contra Boulogne (Francia), y en 1807 durante el célebre bombardeo de Copenhagen (Dinamarca). Empero *Schumacher*, ayudante del rey de Dinamarca, fué el

primero en concebir la idea de utilizar los cohetes para lanzar proyectiles, tanto balas sueltas como granadas y cartuchos de metralla. Esta nueva aplicación del cohete alcanzó cierto desarrollo en Inglaterra, y fué llevada hasta la mayor perfección por los austriacos, que emplearon todavia sus baterías de cohetes en la campaña de 1866 contra Prusia. Pero desde entonces, y en vista de la precisión y alcance de los cañones rayados, ha sido relegado al olvido semejante sistema.

Un cohete de guerra, generalmente hablando, se compone de una capa cilíndrica de palastro, rellena á presion con pólvora, en el centro de cuya masa se practica una abertura cilíndrica que no llega hasta el fondo de la caja, sino que deja el relleno macizo en una abertura igual al diámetro de aquélla; de esta altura depende el tiempo de combustión del cohete. Delante de dicha parte maciza se sujeta el proyectil, y para regular el centro de gravedad del cohete durante su vuelo, se fija en el extremo opuesto una larga vara de madera llamada "ravisa„. También se puede regularizar el movimiento del cohete prestándole uno de rotación en torno de su eje longitudinal; y en 1846 el inglés Hale ideó un cohete rotatorio para lanzar proyectiles que hacía innecesaria la vara. Al dispararse, el cohete descansa en un caballete á propósito, cuya inclinación determina la de su trayectoria. Hoy sólo se emplean los cohetes en las operaciones militares y de la marina como medio de iluminar puntos distantes durante algunos momentos; al efecto se hallan provistos de una montera cilíndrico-cónico llena de las llamadas balas lucientes que, en forma de un chorro de fuego que baja lentamente, iluminan durante 15 á 20 segundos un gran espacio del terreno situado debajo.

El movimiento del cohete se funda en el mismo principio mecánico que el retroceso de los cañones y las armas de fuego portátiles, esto es, en una cesación unilateral del equilibrio de los gases en tensión. Cuando se pega fuego al cohete en su extremo abierto (posterior), el fuego ocupa seguidamente todo el hueco interior; los gases encuentran resistencia hacia adelante y en los lados y sólo hallan salida hacia atrás. Por consiguiente, así como un cañón, en el momento en que la salida del proyectil por su boca determina la falta de equilibrio de los gases en su interior, marcha hacia atrás, ó pega un culatazo, del mismo modo el cohete se mueve en la dirección contraria á la de salida de los gases, avanzando tanto más rápidamente cuanto más fuerte ó violento sea el desarrollo de los mismos. Por esto un cohete con carga muy apretada y que arde despacio tiene mayor alcance; mientras que uno de carga poco densa y que arde de prisa, tiene una velocidad inicial y precisión mayores.



Armas artísticas, diversas.

ARMAS DE FUEGO PORTÁTILES

Al mismo tiempo que la pólvora, esto es, como consecuencia inmediata de su invento, aparecieron en Europa los cañones, y muy poco después las armas de fuego portátiles.

Los investigadores más recientes opinan con razón que el poder y la importancia de los antiguas ballestas no eran tan despreciables, comparadas con los de las primeras armas de fuego, como antes se suponía. En el siglo XI, y más aún en el XII, la ballesta, que frecuentemente contenía un torno ó mecanismo para armarla, como indica la fig. 108, tenía una elasticidad considerable, y su proyectil una construcción muy bien calculada para vencer la resistencia atmosférica y atravesar cuerpos sólidos. Estas saetas cortas estaban provistas de puntas de hierro en forma de bellota ó parabólica, su asta era de madera de encina y relativamente grueso, y para dirigir su vuelo tenía sólidamente fijadas en su extremo posterior unas laminitas de madera de haya dispuestas en espiral. Tres oficios distintos se dedicaban exclusivamente á la construcción de semejantes proyectiles: los llamados herreros de saeta forjaban las puntas, otros preparaban las astas, mientras que los armadores juntaban dichas partes y colocaban las aletas. Con el objeto especial de atravesar á corta distancia las armaduras de hierro de aquellos guerreros, solía darse á la punta de dichas saetas la forma estrellada ó de corona, cuyas aristas cortantes facilitaban la penetración en el metal; forma que, en los últimos años y con un fin análogo, ó sea el de atravesar blindajes, se ha dado á algunos pesados proyectiles de artillería. Es un hecho comprobado que los ballesteros alemanes de los siglos XI y XII, que tan buenos servicios prestaban en la defensa de las ciudades, eran capaces de atravesar las adargas y armaduras de los sitiadores á la distancia de 150 á 200 pasos, produciendo á veces sus proyectiles un efecto comparable al de una bala de escopeta. Tanto es así,

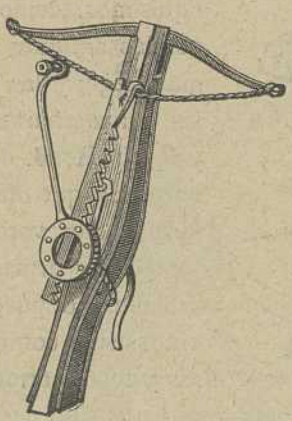
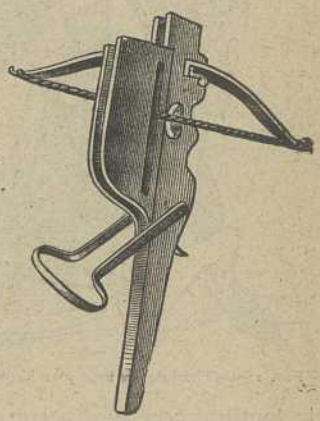


FIG. 108.—Ballesta de torno.



FG. 109.—Ballesta china de repetición.

que en el segundo concilio de Letrán (1139) quedó prohibido, bajo severas penas, el empleo de la ballesta, como arma demasiado peligrosa y contraria al derecho de gentes. También se había realizado antiguamente con la ballesta la idea de un arma de repetición, como lo demuestra una ballesta china que se encuentra en el Museo de Artillería de París (fig. 109), y en cuya caja se pueden colocar hasta 20 saetas para dispararlas sucesivamente.



FIG. 110.—Tiradores de arco y ballesta del siglo XIV.

El uso de la honda, el arco y flechas y la ballesta, se remonta á tiempos antiquísimos, como lo demuestran las leyendas antiguas bíblicas y de la mitología griega; y las hazañas de héroes reales ó imaginarios como Guillermo Tell y Robin Hood, demuestran la gran importancia que durante la Edad Media se atribuía por varios pueblos europeos á semejantes armas ballísticas. Por consiguiente, no puede extrañarnos el poco entusiasmo con que se vieron las primeras y toscas armas de fuego portátiles y la lentitud con que fueron adoptándose. En el sitio de Saucière, el año 1572, se emplearon todavía hondas, y en el de Ostende, que duró de 1602 á 1604, el arco desempeñó un papel importante; en el ejército inglés que sitió á Rey en 1629, se veían tiradores de arco y ballesteros, y mucho después, en 1814, llevaron los rusos contra los franceses, á través de Alemania, gran número de tiradores de arco montados, baschkiros y otros súbditos tártaros. En algunos puntos de Alemania y en Bélgica se ha perpetuado el empleo del arco y de la ballesta hasta en nuestros días para la caza menor; y en Inglaterra no escasean hoy los aficionados al arte de tirar con el arco, que se practica allí hasta por señoras.

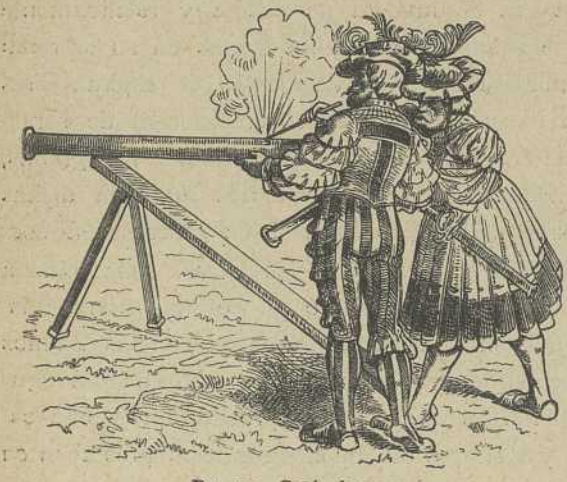


FIG. 111.—Cañón de mano.

Las primeras armas de fuego portátiles fueron los llamados *cañones de mano* (fig. 111), que lanzaban balas de plomo de unos 250 gramos de peso, y necesitaban dos hombres para su manejo, además de apoyarse en una especie de trípode.

En cuanto á la primera aparición de armas del género susceptibles de ser manejadas por una sola persona, varían mucho las opiniones; mas como se empleaban á veces ballestas provistas de un tubo de hierro, con las que se lanzaban bodoques (pelotitas de barro cocido) y hasta balas de plomo, es evidente que la construcción de un arma de fuego parecida á la ballesta, sólo dependía de la fabricación de un tubo ó cañón bastante fuerte para sufrir la explosión de la pólvora, y al mismo tiempo relativamente pequeño. Este pro-



FIG. 112.—Mosqueteros del tiempo de Luis XIV.

blema fué resuelto, á lo que parece, á fines del siglo XV, por los armeros alemanes y neerlandeses, pues por el año de 1480 aparecía en los países correspondientes el llamado *arcabuz*, con caja de madera parecida á la de la ballesta, que se sostenía con el brazo izquierdo, mientras con la mano derecha, y mediante una mecha encendida, se producía el disparo.

Las armas más ligeras de esta clase, ó sean los arcabuces propiamente dichos, que lanzaban, á lo que parece, balas pequeñas del calibre de las de nuestras escopetas mediante cargas muy flojas de pólvora, se estimaban poco en vista de su corto alcance y precisión. En cambio, las más pesadas, es decir, los llamados *mosquetes*, lanzaban á bastante distancia, y con precisión relativamente grande, balas de plomo de 65 á 113 gramos; pero pesaban dos ó tres veces más que nuestros fusiles actuales, y aunque en rigor podían llevarse y dispararse por un hombre, para apuntar y disminuir el efecto del rechazo

necesitaban de un gancho particular debajo de la boca de su cañón, mediante el cual se apoyaban más firmemente ó suspendían en el borde de una muralla, por ejemplo, de donde proviene el nombre "mosquete de gancho.„ Más adelante, y para facilitar el empleo de este arma en campo raso, el mosquetero llevaba una varilla de hierro, bifurcada en un extremo y con punta en el otro, que hincaba en tierra apoyando en ella el mosquete al tiempo de apuntar, como indica la figura 112. Esta disposición era todavía común en Alemania durante la guerra de los treinta años y en Francia bajo Luis XIV, si bien, como veremos luego, ya se tenían armas de fuego más ligeras y perfectas. Por otra parte, se ha demostrado con bastante certeza que en el año 1521 ya tenía Carlos V algunas compañías de tiradores españoles provistas de arcabuces de un alcance notable, caja de forma cómoda y peso regular, que lanzaban balas de plomo de onza y media, cuyas armas pueden considerarse como los primeros fusiles de infantería, aun cuando pesaban una mitad más, próximamente, que los modernos. En cuanto á la fabricación de semejantes armas de fuego, corría á cargo de armeros aislados, cuyos talleres, dada la carencia de recursos mecánicos en aquella época, y á juzgar por antiguos grabados que se conservan (fig. 113), eran casi tan primitivos como los que se ven hoy en Marruecos y en que se produce la clásica espingarda.



FIG. 113.—Taller de armero alemán en el siglo XVI.



FIG. 114.—Llave de mecha.

Los esfuerzos encaminados á simplificar el medio de disparo de las armas de fuego portátiles, condujeron ya en el siglo XV á la invención de la llamada *llave de mecha*, ó *llave de culebra* (fig. 114), en la cual una pieza de hierro encorvada, precursora del pie de gato ó martillo moderno, que solía afectar la forma de una culebra, y tenía una mecha, se hacía caer, mediante una palanqueta (sin muelle) y un gatillo, sobre una pequeña cazoleta abierta junto al fogón del arma, en la que se colocaba un poco de pólvora suelta. A principios del siglo XVI, un relojero de Nurenberg inventó la llamada *llave de rueda* (fig. 115), que tenía algo de la complicación y fragilidad de un mecanismo

de reloj. Junto á la cazoleta había una ruedecita de acero, de borde áspero como una lima, á la que se daba cuerda mediante cadenita, muelle y una llave ó manezuela, y que entonces giraba rápidamente cuando se tocaba el

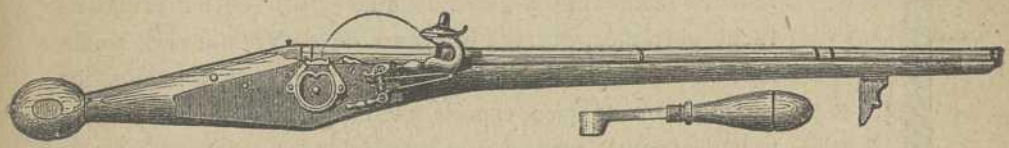


FIG. 115.—Mosquete con llave de rueda.

gatillo; para disparar el arma, después de llenar con pólvora la cazoleta, se inclinaba sobre la rueda un pie de gato, en cuyo extremo libre iba sujeto un pedacito de pirita ó de pedernal, de modo que al soltar la rueda su borde rozaba contra dicho mineral y acababa por producir una chispa que encendía la pólvora. El invento español, un poco posterior, de la *llave de muelle* ó llave "miguelete,, llamada por los franceses *platine de miquelet* (fig. 116), en la que un pie de gato caía repentinamente y con fuerza, á impulso de un resorte, rozando la pirita ó el pedernal que llevaba contra la tapa áspera de la cazoleta, debe considerarse, por su construcción, como el primer precursor de la moderna llave de chispa.

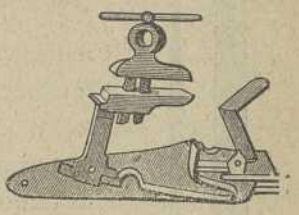


FIG. 116.—Antigua llave de muelle.

Sin embargo, las llaves de mecha fueron las más usuales durante la guerra de los treinta años, y gracias á su sencillez se conservaron más tiempo en los ejércitos que las llaves de rueda; se empleaban todavía en la segunda mitad del siglo XVII (fig. 117), á pesar de que el precursor inmediato de la llave de chispa propiamente dicho, y cuyo mecanismo, más perfecto que el de la llave española, no difería esencialmente del de las llaves modernas, se había inventado en Italia el año 1650. Los ingenieros militares alemanes y franceses de aquella época, como, por ejemplo, Boeckler y Dauban, recomendaban llaves con las que podían emplearse indistintamente la mecha y el pedernal.



FIG. 117.—Mosqueteros de la segunda mitad del siglo XVII.

Durante la primera mitad del siglo XVII se había procurado en varias partes (especialmente en Italia) aligerar notablemente los mosquetes, y algunas tropas de infantería estaban dotadas con un arma de fuego cuyo peso se reducía á seis kilogramos, próximamente, y cuyo calibre, de unos 18 milíme-

tros, correspondía á una bala de unos 40 gramos; semejante *moschetto*, como le llamaban los italianos, se cargaba ya con cartuchos, novedad que suele atribuirse a la iniciativa del rey Gustavo Adolfo de Suecia. Pero, á pesar de irse así facilitando y generalizando el uso de las armas de fuego portátiles, durante la guerra de los Treinta años y aún más tarde, la tercera parte de la infantería, por lo menos, iba armada con la pica, especie de lanza, que se consideraba todavía como elemento necesario del combate para la gente de á pie, especialmente tratándose de resistir á la caballería. Sin embargo, la conveniencia de reunir dichas dos armas se hacía ya sentir, y en 1640 se adoptó en Francia la *bayoneta* (así llamada por haberse inventado en Bayona), que al principio tuvo la forma de una hoja ó punta de acero, fija á un corto mango de madera que enchufaba en la misma boca del mosquete. Unos cuarenta años más tarde llevaba ya la infantería de Luis XIV fusiles de chispa, de forma parecida á la moderna, y con bayoneta de codo, cuya base se ajustaba en torno del cañón, como indica la figura 118, y que, por lo tanto, no era preciso quitar para hacer el disparo, como sucedía con las bayonetas primitivas. Por esta misma época (1683) el ingeniero militar Boeckler, antes referido, abogaba por la adopción de la bayoneta en Alemania.

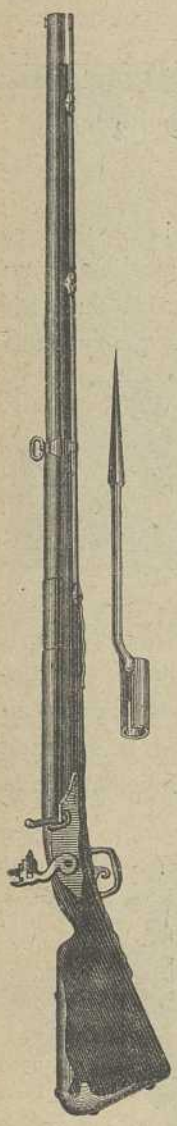


FIG. 118.—Fusil de chispa y bayoneta del tiempo de Luis XIV.

Las demás mejoras mediante las que alcanzó el fusil de chispa un grado relativo de perfección, corresponden al siglo XVIII, y más especialmente á Prusia. En 1730, el general Dessau introdujo las baquetas de hierro, que recibieron en 1774 la forma cilíndrica para evitar la necesidad de volverlas cada vez que se cargaba. Bajo Federico *el Grande*, que atribuía gran importancia á las descargas cerradas verificadas rápidamente, aparecieron los fogones cónicos, mediante los cuales y un ligero golpe de mano, la pólvora de la carga misma se derramaba en parte en la cazoleta de la llave, evitando la necesidad de llenarla á mano. También se consiguió reducir el peso del arma hasta cinco kilogramos próximamente; pero por lo demás, la forma de la caja dejaba mucho que desear, prestándose difícilmente á una puntería segura. Durante el primer tercio de nuestro siglo se mantuvo el uso de la llave de chispa, de cuya construcción perfeccionada da idea la fig. 119; siendo *A* la platina, *B*, *C* y *D* el mecanismo interior, *E* el pie de gato con el pedernal, *F*, *H* la cazoleta é *I* su tapa, con la llamada batería *G*, contra la cual rozaba la piedra produciendo las chispas; al caer levantaba dicha piedra la tapa, impeliéndola

hacia atrás, de modo que la pólvora en la cazoleta quedaba al descubierto, inflamándose en contacto con la chispa producida. Pero entretanto se habían inventado los fulminantes ó mixtos, y por el año de 1840, después del invento de las *cápsulas de percusión*, las llaves de chispa sufrieron la transformación consiguiente, desapareciendo para siempre el pedernal de las filas de los ejércitos. Atribúyese al armero escocés *Forsith* el primer fusil de percusión ó de pistón, para el cual parece que sacó privilegio de invención el año 1807; según otros, este invento se debe al capitán inglés *Fergusson*, que vivía á fines del siglo pasado y estuvo en la guerra norteamericana. Sea de ello lo que fuere, la llave de pistón no tuvo alcance práctico antes de inventarse dichas cápsulas fulminantes de percusión, lo que se realizó en 1818, atribuyéndose la idea á un alemán llamado *Egg*, que vivía por entonces en Inglaterra. La fig. 120 ofrece una vista exterior de la llave de percusión, siendo *S* la platina, *Z* el fogón cónico, *P* el llamado pistón atornillado al mismo y perforado en el centro para que el fuego del fulminante pueda comunicarse á la carga de pólvora, y *H* el pie de gato, que obra como martillo, cayendo sobre la cápsula colocada en la cabeza del pistón y determinando la explosión del mixto. El invento más importante, relacionado con las armas de fuego, y al que se debe la trayectoria tan precisa de los proyectiles modernos, es el *rayado* del cañón, ó sea el conjunto de ranuras espirales que se desarrollan en su interior, y que comunica al proyectil un movimiento de rotación en torno de su eje, y por consiguiente una tendencia á mantenerse en su dirección inicial. El fusil rayado, ó sea la *carabina*, es indubitablemente un invento alemán, atribuyéndose, ora á *Gaspar Zollner*, de Viena (1480), ora á *August Kotter*, de Nurenberg (1520), ó á su conciudadano *Wolf Danner*, sin que pueda determinarse á cuál de ellos corresponde más legítimamente. No debe suponerse, sin embargo, que estos maestros armeros tuvieron siquiera una idea de la gran importancia de la rotación para asegurar la dirección de un proyectil; practicaron ranuras en los cañones que hacían, ostensiblemente con el objeto de que

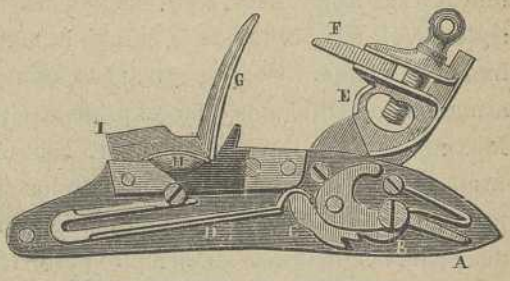


FIG. 119.—Llave de chispa, perfeccionada.

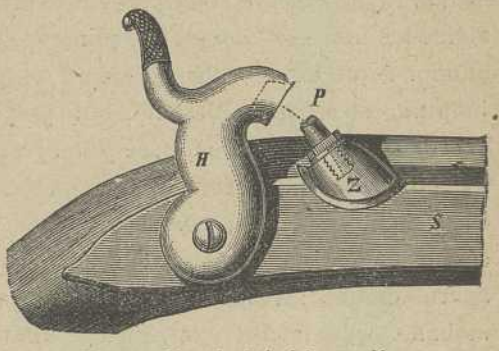


FIG. 120.—Llave de pistón ó de percusión.

agarraran mejor las balas de entonces, revestidas con un emplasto grasiento, y si les dieron un desarrollo curvilíneo ó ligeramente espiral, fué tal vez porque, con la rotación del proyectil, creyeron poder vencer la resistencia del aire.

Está averiguado que en un tiro al blanco celebrado en Leipzig el año 1498 se emplearon cañones de mano (consúltese fig. 111) *rayados*, y que desde entonces fueron usados por las Sociedades alemanas de tiradores, con preferencia á las armas lisas. Pero los polacos fueron los primeros (á principios del siglo XVII) en servirse de la carabina, llamémosla así, en las operaciones militares en campo raso; y luego aparecieron compañías especiales de cazadores, armados con carabinas, bajo el príncipe Guillermo de Hessen, en 1631, y bajo Maximiliano de Baviera, en 1641. Sin embargo, el empleo militar de dicha arma especial progresó poco durante los siglos siguientes: Federico *el Grande* tenía algunas compañías de voluntarios armados con carabinas, y otros Estados alemanes imitaron su ejemplo; pero Napoleón, atento siempre á conservar para su infantería un arma sencilla, apropiada para la descarga cerrada, se cuidó muy poco de la carabina, á pesar de los daños que sufrieron sus tropas á manos de los franco-tiradores de otras naciones, especialmente los guerrilleros españoles y tiroleses, y los cazadores voluntarios de la guerra de la independencia alemana (1813 á 1815).

Para que el uso de la carabina pudiera generalizarse en los ejércitos, sustituyendo al fusil, era preciso procurar un juego suficiente entre el cañón y la bala para facilitar la carga, sin que por ello dejara el proyectil de adaptarse bien al rayado. En la solución de este problema se distinguieron más especialmente los franceses, adoptando primero *Delvigne* un cañón, provisto en su parte inferior de un borde saliente, contra el que la bala esférica, que bajaba con holgura, se oprimía fuertemente á golpe de baqueta, obligándola á ensancharse ó aplastarse en su base y adaptarse al rayado. *Thouvenin* ideó, con el mismo objeto, una varilla de acero, sujeta céntricamente en el fondo (culata) del cañón, y sobre la cual se apoyaba también la bala de forma cilíndrico-cónica, cuya base se abria ó ensanchaba á fuerza de golpes de baqueta. Pero aparte de que semejante modo de cargar resultaba lento, las balas se deformaban desigualmente y la construcción más complicada del cañón de la carabina dificultaba demasiado su limpieza. De aquí que las carabinas de Delvigne y Thouvenin, aunque se dotaran con ellas algunos batallones de cazadores franceses, no se adoptaron como arma de la infantería en general, que siguió sirviéndose del fusil liso hasta que el capitán *Minié* resolvió el problema en cuestión de un modo más satisfactorio. Minié cayó en la cuenta de obligar la bala á tomar el rayado mediante la fuerza de los gases de la pólvora, sin necesidad de complicar la construcción del cañón; y logró su objeto vaciando un poco, por la base, una bala cilíndrico-cónica, y colocando en el hueco una pequeña cápsula de hierro *(culot)* que, á la vez que conservase la forma de la

bala durante su transporte, etc., penetrara más profundamente en su hueco al tiempo del disparo, determinando en el acto una expansión considerable de su parte cilíndrica. El proyectil y su cápsula se hicieron de diferentes formas; y la figura 121 reproduce en sección y tamaño natural el mejor modelo del sistema, ó sea la bala Minié, con cápsula de hierro, adoptada por el Gobierno ruso. En la figura 122 representamos también la carabina correspondiente, con su bayoneta, cuya forma exterior es igual, salvo ligeras variaciones, á la de todas las carabinas de infantería adoptadas por los diferentes Gobiernos europeos (excepto el prusiano), antes de la introducción de las que se cargan por la recámara. Entre aquéllas obedecieron al principio ideado por Minié, la carabina francesa de *Nessler*, la inglesa de *Enfield-Pritchett* y las de *Ploennie* y *Podewil*, adoptadas en los Estados alemanes meridionales.

Entre los otros medios propuestos y ensayados para obligar á la bala á tomar el rayado, sin perjuicio de una carga fácil por la boca del arma, debemos mencionar el principio de la compresión, en el que se fundó la forma de los proyectiles de las carabinas austriacas. La fig. 123 reproduce, en tamaño natural, la bala de *Lorentz*, construída con arreglo á una idea del inglés *Wilkinson*, y cuyas entalladuras anulares permitían la compresión, y, por ende, el ensanche de la parte inferior, bajo la presión de los gases de la pólvora en el momento del disparo. A este sistema corresponden también las balas de carabina suizas (figuras 124 á 127), que se distinguen además por su reducido calibre, lo que señala un importante progreso.



FIG. 121. Bala Minié con su cápsula.

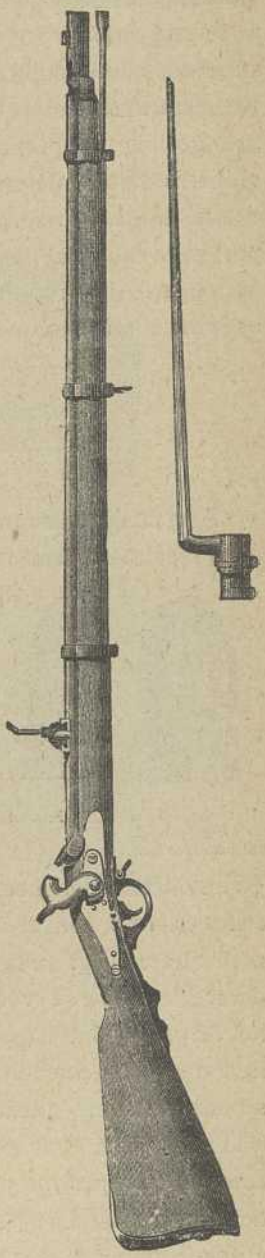


FIG. 122.—Carabina y bayoneta del ejército ruso.

En efecto: el rayado y un proyectil prolongado constituyen los dos factores esenciales en que estriba el efecto de las armas modernas, según los últimos adelantos de la ciencia: el rayado, para producir la rotación del proyectil y asegurar su dirección; y la forma prolongada de éste, á fin de que, reduciéndose su sección ó calibre sin disminuir su peso, venza más fácilmente la resis-

tencia atmosférica. Con la adopción del pequeño calibre de 10 á 11 milímetros, en lugar de los calibres anteriores, que variaban entre 13 y 18, en combinación con las balas de compresión, la puntería de las carabinas militares había alcanzado un grado de perfección tal, que hubiera sido difícil, por no decir imposible: superarlo sin modificar más ó menos radicalmente la construcción del arma. En cuanto al calibre reducido, su adopción para las carabinas militares sólo fué posible adoptando el acero fundido como material del cañón, pues el hierro dulce, que antes se empleaba al efecto, no es compatible con la rigidez necesaria, combinada con el menor peso posible; factores ambos de importancia tan vital para el soldado, en cuyas manos hay que poner un arma que, aparte de su valor balístico, se preste bien, por su rigidez y ligereza, á la esgrima con la bayoneta.

CARABINAS CON CARGA POR LA RECÁMARA

Aun cuando la carabina, por su precisión y alcance, había logrado, merced á las mejoras referidas, un grado de perfección considerable, el procedimiento de cargarla por la boca, mediante la baqueta, y de emplear un mixto separado del cartucho, representaba cada vez una pérdida notable de tiempo. Este inconveniente, propio, no sólo de la carabina, sino de todas las armas de fuego entonces existentes, debía poder subsanarse, al menos en parte, reuniendo el fulminante con el cartucho mismo; idea luminosa que concibió el mecánico *Dreyse* (fig. 128), hijo de un cerrajero de Soemmerda (Prusia), que desde el año 1824 se venía dedicando á la fabricación de fulminantes y cápsulas de percusión. En 1827 había dado una solución satisfactoria al problema, inventando un cartucho provisto de fulminante y un mecanismo de aguja para su disparo; pero quedaba el inconveniente de la carga del arma por la boca, que no era tan fácil de dominar. Sin embargo, á fuerza de perseverancia, y después de repetidos y costosos ensayos, para los cuales contaba con el apoyo de su Gobierno, Dreyse dió á conocer, en 1836, su célebre fusil ó carabina de aguja, con carga por la recámara ó culata, que, adoptado para el ejército prusiano desde 1840, tanto hizo hablar y pensar durante las campañas de 1864 y 1866 contra Dinamarca y Austria.

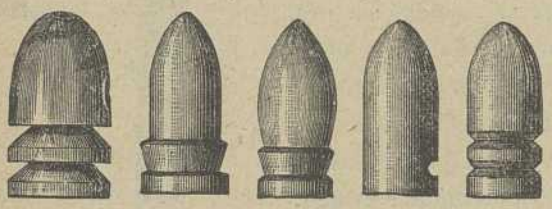


FIG. 123.—Bala de compresión, sistema Lorentz.

FIGURAS 124 á 127.—Balas de carabina suiza.

Antes de describir el arma de Dreyse (bajo cuya forma hizo su entrada en Europa el principio de la carga por la culata), y los principales inventos

del género, adoptados posteriormente por los diversos Gobiernos, conviene que hagamos algunas consideraciones generales respecto de los cartuchos y mecanismos empleados. Tanto en esto como en las descripciones siguientes, hemos de concretarnos á los sistemas de valor práctico reconocido, haciendo caso omiso de muchos inventos de menor importancia, y prescindiendo también de varias armas inventadas antes de 1866, y que, si bien se cargaban por la culata, tenían el mixto separado del cartucho.

Un fusil ó carabina perfecta con carga por la culata sólo se comprende con cartucho y mixto reunidos; y tanto el arma de Dreyse como todas las del género adoptadas desde 1866, responden á esta condición, salvo sólo una carabina aceptada provisionalmente en 1870 por el Gobierno bávaro. Al principio se estableció una distinción fundamental entre las armas con carga por la culata, según la naturaleza combustible ó incombustible del cartucho mismo; esto es, según que la envoltura era de papel ó cartón, ó bien metálica. Con los cartuchos de papel ó cartón es preciso que el mecanismo de cierre de la culata impida el escape de los gases hacia atrás, es decir, que debe tener el correspondiente obturador, como dijimos ya al tratar de los cañones de artillería. El representante principal de esta clase de armas es la referida carabina de aguja de Dreyse, ó prusiana, á la que sigue en importancia la carabina de aguja francesa inventada por *Chassepot;* ambas suponían (pues no se usan ya) el empleo de cartuchos de papel, y sus defectos estribaban principalmente en la dificultad de proveerlas de un obturador conveniente.



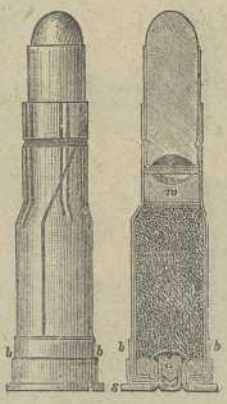
FIG. 128.—Juan Nicolás Dreyse.

Semejante dificultad desaparece por completo con los cartuchos de envoltura metálica, pues su base misma viene á constituir la obturación más á propósito, impidiendo la salida posterior de los gases de la pólvora. Así lo comprendieron los norteamericanos cuando trataron de fabricar carabinas con carga por la culata, durante la guerra civil de 1861 á 1865; y acordándose tal vez del cartucho que había inventado en 1850 el armero francés *Lefaucheux* para esco-

petas de caza (y del que hablaremos más adelante), fabricaron envolturas de cartucho de una sola pieza de lámina de cobre, dándoles en torno de la base un borde saliente y hueco, que rellenaron con un fulminante (véase la fig. 129, *Z)*, y que servía al mismo tiempo para retirar el cartucho vacío después del disparo. La explosión del fulminante la determinaba un punzón, que tenía su asiento en el cierre de la culata, y sobre el cual caía el pie de gato de una llave de percusión ordinaria ó modificada. Así se originaron los sistemas de *Remington*, *Peabody*, *Spencer* y *Henry;* y el cartucho americano con mixto periférico (figura 129) se adoptó por varios Estados europeos cuando, reconociendo al fin la importancia de la carga por la culata, en vista del resultado de la carabina de aguja prusiana en la campaña de 1866, apelaron (para evitar mayores gastos) al recurso de transformar sus armas existentes. Algunos Gobiernos han conservado dicho cartucho con armas, no de transición, sino de sistema enteramente nuevo.



FIG. 129. Cartucho metálico con mixto periférico.



FIGURAS 130 y 131. Cartucho metálico de Boxer con mixto central.



FIG. 132. Cartucho de mixto central perfeccionado.

Entretanto, Inglaterra había emprendido la reforma por otro camino, ideando y fabricando el llamado cartucho de mixto central, según el sistema de *Boxer* que reproducimos en vista exterior y sección longitudinal en las figuras 130, y 131. Su envoltura está constituída por una hoja arrollada de latón muy delgada, *b*, sujeta á una base de hierro con borde saliente, *s*, cuyo centro se halla perforado para la recepción de una pequeña cápsula de percusión, *z*, que se apoya en el llamado yunque, ó sea una piececita de hierro, *a*. Pero merced á los continuos adelantos de la industria, pronto se logró fabricar semejantes envolturas, con su base, en una sola pieza, empleando para ello el latón, más resistente que el cobre, usado antes en América; la fig. 132 representa este cartucho, adoptado ya por la mayoría de los Estados europeos, siendo *H* la envoltura, *z* el mixto central (cápsula de percusión), *a* el yunque, *rr* un taco de cera entre la pólvora y la bala *G*, y *u* un papel que envuelve la parte cilíndrica de ésta.

Con respecto á los mecanismos de cierre y disparo de las carabinas con carga por la culata, podemos clasificar estas armas en dos grupos principales: las con *cierre cilíndrico* ó *de cerrojo*, y las con *cierre de tapadera* ó *de charnela*. Las primeras, cuya construcción tiene su origen en el fusil de aguja de Dreyse, son actualmente las más importantes; detrás de su cañón abierto, ó sea en la

prolongación de la culata, se encuentra un cilindro bastante largo, que contiene el mecanismo de cierre y disparo, ó por lo menos piezas importantes de él, y es susceptible de deslizarse hacia atrás y adelante en un tubo que le sirve de apoyo y guía, y se halla atornillado anteriormente á la base del cañón. En la mayoría de los casos, dicho cilindro es también susceptible de un movimiento de rotación en torno de su eje. Por regla general, la llave ó mecanismo de disparo se combina con el cierre de manera que la mayor parte de las piezas toman parte en las dos funciones. El resorte ó muelle destinado á dar impulso á la pieza que determina la explosión del mixto, es por lo común, de los llamados impropiamente "de espiral„; y dicha pieza es una aguja, tratándose de cartuchos de papel, y un punzón cilíndrico, tratándose de cartuchos metálicos. El movimiento especial del cilindro y la disposición del mecanismo de disparo suponen, en el grupo de armas en cuestión, un cierre relativamente largo, y por consiguiente movimientos de bastante amplitud por parte del que maneja el mecanismo; estas particularidades, que en realidad no merecen calificarse de defectos, unidas al arraigo, digámoslo así, de las llaves de pie de gato, determinaron (especialmente durante el período de transición de la carga por la boca á la por la culata), la invención de los cierres de tapadera ó charnela que, como dijimos al principio, caracterizan las armas del segundo grupo, y se encuentran generalmente combinados con la llave de pie de gato ordinaria ó con una modificación de la misma. No han faltado personas competentes que auguren un gran porvenir para esta clase de armas, y algunos mecánicos de nota han dado prueba de mucho ingenio y perseverancia en el desarrollo del principio en que estriba su construcción; mas aunque algunos de los sistemas correspondientes no carecen de mérito y utilidad práctica, casi todos adolecen del defecto de que es necesario empujar el cartucho con la mano hasta que quede metido por completo en el cañón, mientras que con las armas de cierre cilíndrico se encarga este mecanismo de dicho trabajo. Durante los últimos dieciséis ó dieciocho años no se ha realizado ningún invento de importancia relacionado con las armas de este segundo grupo; los constructores se han ocupado preferentemente del perfeccionamiento de los cierres cilíndricos, sobre todo tratándose de las armas de repetición.

Las ventajas que ofrecen los cartuchos metálicos son tan considerables, que desde 1867 sólo se han adoptado sistemas de construcción basados en su empleo, quedando, por lo tanto, condenados los cartuchos de papel. Una parte muy importante de semejantes armas es el extractor, que en los sistemas más perfectos es automático, combinándose la extracción de la envoltura vacía (ó en su caso la del cartucho no disparado), con el acto de abrir la culata ó retirar su cierre. La mayor parte de los sistemas acreditados son armas que quedan montadas automáticamente, es decir, que no necesitan para ello ninguna manezuela especial; de modo que el número de operaciones ó movimientos

necesarios para verificar la carga, queda reducido á tres, incluso la introducción del cartucho. Entre las carabinas de infantería de las grandes potencias europeas, la única que no se monta automáticamente en la actualidad, es la austriaca.

Aun cuando con las carabinas militares actualmente en uso los disparos pueden sucederse con gran rapidez, ocurren en los combates momentos críticos en que convendría mucho poder disparar con más rapidez aún. De aquí la invención de las llamadas *carabinas de repetición*, que permiten hacer un número corto de disparos consecutivos, sin necesidad de introducir cada vez con la mano un nuevo cartucho. Semejantes armas se hallan provistas de un depósito, que generalmente tiene la forma de un tubo situado en un hueco de la caja, y es capaz de contener cierto número de cartuchos, los que, mediante un mecanismo especial, pueden introducirse automáticamente en el cañón, uno tras otro, á medida que se van disparando. Aunque se idearon armas de repetición portátiles en siglos anteriores, el mérito de su invención en nuestros días corresponde ante todo á los norteamericanos. Nos limitamos aquí á estas generalidades, puesto que más adelante hemos de ocuparnos detenidamente de tan importante adelanto.

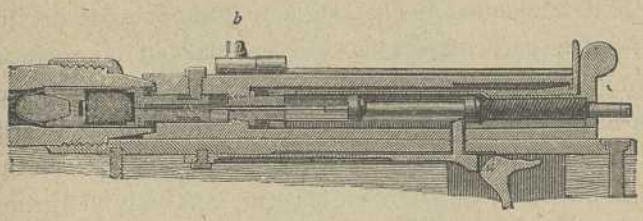


FIG. 133.—Mecanismo de la carabina de aguja de Dreyse.

En cuanto á los demás elementos de los fusiles ó carabinas con carga por la culata, como el rayado, la mira, la caja y sus accesorios, son esencialmente iguales á los de las carabinas más modernas que se cargaban por la boca. En todos los sistemas adoptados, salvo el francés, el rayado se inclina de la izquierda, subiendo hacia la derecha, y en las armas de once milímetros de calibre, completa, por regla general, una vuelta entera en una longitud equivalente á 50 calibres. La mira, que se construye de diferentes modos, ha sufrido algunas modificaciones para adaptarse al alcance más considerable de las armas en cuestión. La caja ha variado poco de forma; pero en los sistemas en que los mecanismos de cierre y disparo reclaman bastante espacio en la parte posterior de la culata, se hallan dispuestos en el interior de una caja de hierro, que se sujeta con tornillos y piezas de refuerzo á las dos partes en que queda dividida la caja de madera, sirviendo la anterior para sostener y dar mayor rigidez al cañón, y la posterior para apoyar el arma. La baqueta sirve únicamente para *descargar* el arma en caso necesario, así como para limpiar el cañón. La bayoneta se sujeta, como de costumbre, en el extremo anterior del cañón, mediante un sencillo mecanismo que la mantiene segura y permite que

se ponga y quite fácilmente; hubo un tiempo en que se juzgó útil emplear bayonetas relativamente largas; pero hoy, siguiendo el ejemplo de Alemania, varias potencias han adoptado una bayoneta mucho más corta.

Pasando ahora á la descripción de las armas típicas del género que nos ocupa, empezaremos, por las razones ya expuestas, por el fusil de aguja de *Dreyse*, cuyo mecanismo reproducimos en sección longitudinal y vertical en la fig. 133, mientras que las figuras 134 y 135 ofrecen dos vistas



FIG. 134.—Carabina de Dreyse, abierta.

exteriores del mismo, la primera con la culata abierta, en disposición de recibir el cartucho, y la segunda con la culata cerrada y dispuesta para el disparo. En estos grabados se distingue fácilmente el cilindro *a*, que determina el cierre de la culata y lleva en su seno el mecanismo de disparo; cilindro que se hace retroceder ó avanzar por medio de un pequeño mango de hierro, *b*, á cuyo efecto existe en la parte superior del tubo que sirve de apoyo y guía, y dentro del cual se desliza aquél, la correspondiente entalladura longitudinal; otra entalladura transversal permite volver un poco el cilindro sobre su eje para asegurar el cierre del arma. El mecanismo de disparo consiste sencillamente

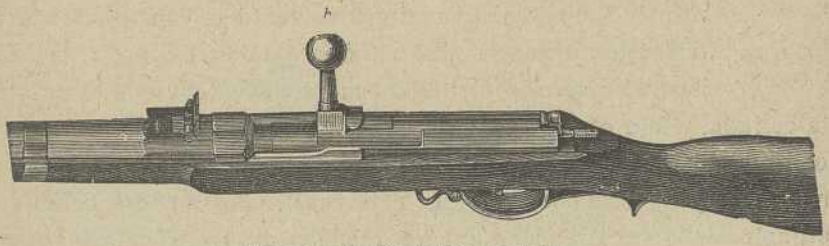


FIG. 135.—Carabina de Dreyse, cerrada.

en una varilla cilíndrica *d* (fig. 133), cuya parte posterior pasa á través de un muelle espiral, y que termina anteriormente en una aguja de acero destinada á perforar el fondo del cartucho para determinar, por rozamiento, la explosión del fulminante; explicaremos más minuciosamente la acción de este mecanismo al hablar luego de la carabina alemana actual, pues la de Dreyse sólo tiene ya un valor histórico. El cartucho correspondiente (fig. 136), que tampoco se emplea ya, se componía de una envoltura de papel fuerte, rellena con pólvora

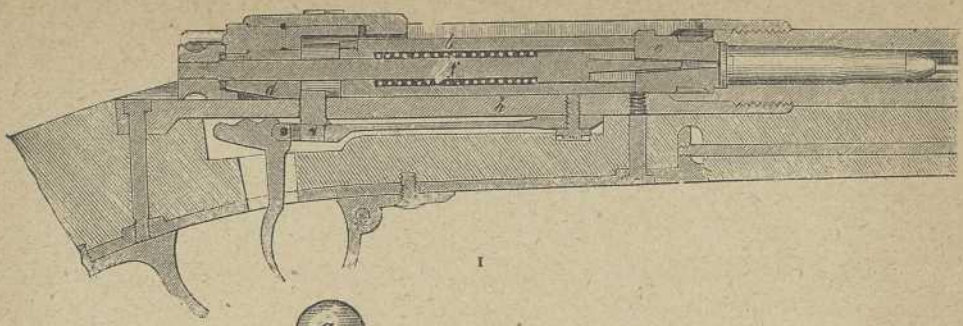
hasta la mitad de su altura, sobre cuya carga se apoyaba un mixto compuesto de clorato de potasa y sulfuro de antimonio, que tenía su asiento en el fondo de un cuerpo cilíndrico de cartón prensado, en medio del cual se alojaba la parte inferior de una bala de forma ovalada; para producir la explosión del mixto, tenía la aguja que atravesar toda la pólvora.

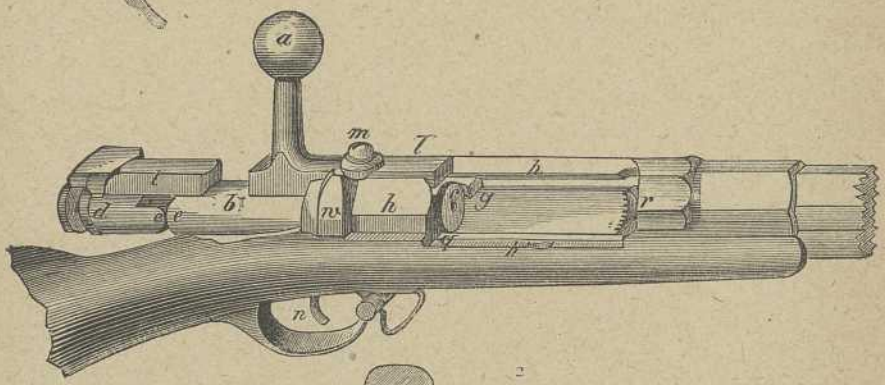
La carabina de aguja de Dreyse constituía, salvo ligeras modificaciones, el armamento de toda la infantería alemana (excepto la de Baviera, que estaba armada con fusiles Podervils, procedentes de transformación) durante la campaña de 1870-71; pues si bien se había acordado la adopción de un sistema más perfecto, los preparativos no estaban terminados al estallar aquella guerra, de modo que dicha infantería tuvo que llevar un arma bastante inferior, por varios conceptos, al Chassepot de los franceses. Pero en 1872 se llevó á cabo la proyectada reforma, dotando á la infantería alemana con un arma perfeccionada de once milímetros de calibre, también de cierre cilíndrico, pero con cartucho metálico de mixto central, invención de los hermanos *Mauser*, armeros de Oberndorf (Württemberg). La base de dicho cartucho constituye la obturación, y basta, en unión con la cabeza del cierre (lámina VIII, 1, *c*), para impedir completamente el escape de los gases hacia atrás, aun con la carga de 5 gramos de pólvora, mediante la cual la bala cilindro-cónica de 25 gramos se lanza hasta la distancia de 1.600 metros, con una velocidad inicial de 440 metros. El cañón de acero fundido empavonado tiene cuatro rayas ó ranuras poco profundas, que, dentro de la longitud de 85 centímetros del ánima, describen vuelta y media próximamente. La mira, cuya altura es variable, está graduada para diferentes distancias hasta 1.600 metros. La fig. 1, lám. VIII, ilustra en sección el mecanismo de la carabina Mauser, con la culata cerrada, y la 2 ofrece una vista exterior, retirado el cierre cilíndrico; en ambos grabados, *b* señala el cilindro de cierre con su cabeza, *c*; *h* el tubo que le sirve de apoyo y guía; siendo *f* (fig. 1) la varilla cilíndrica que determina el disparo, mediante su extremidad anterior adelgazada, que obra por percusión contra la cápsula del cartucho, y es, por lo tanto, mucho más grueso y rígido que la del arma de Dreyse.

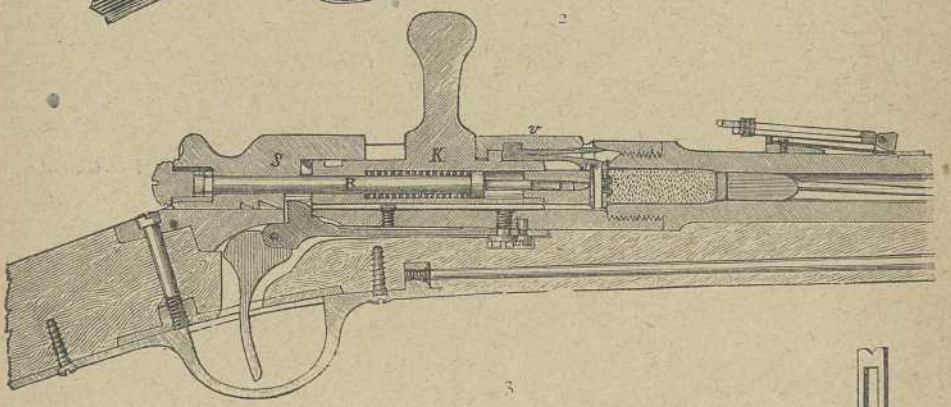


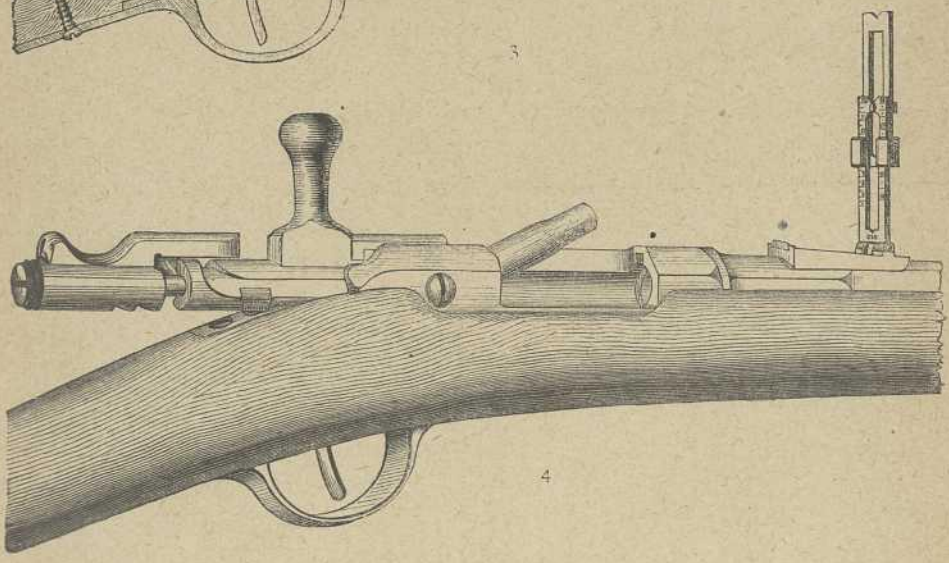
Fig. 136. Cartucho de la carabina de aguja de Dreyse.

Para comprender la acción del mecanismo, en vista más especialmente de la fig. 2, debe el lector imaginarse el arma cerrada, es decir, la cabeza *c* del cilindro metida en la culata *r*, y el mango *a* caído lateralmente (hacia la derecha del arma), con lo cual la base *l* de dicho mango, que guía el cilindro, rellena por completo la entalladura lateral del tubo *h*, que en el grabado aparece abierta, mientras que la llave (*d*, *e*, *l*) ocupa su puesto sobre el gatillo *n*.









Carabinas de aguja:

1 y 2, alemana de Mauser; 3 y 4, francesa de Gras.

Pues bien; para abrir el arma, el mango *a*, fijo al cilindro *b*, se endereza, dando un cuarto de vuelta hacia la izquierda, y se retira hacia atrás hasta que el botón *m* dé contra el tope *w*. La llave *d* no puede participar en la rotación del cilindro *b*, por impedirlo su guía *l*, que, antes de retirar el cilindro, se encuentra todavía en la entalladura longitudinal del tubo *h;* por consiguiente, durante dicha rotación los extremos redondeados *e e* del cilindro y de la llave se deslizan uno sobre otro, haciendo retroceder un poco el disparador *f* (figura 1) y produciendo una tensión parcial del resorte espiral en que éste se apoya. Al mismo tiempo, la garra *g* del sacacartuchos, que asoma á un lado de la cabeza *c* del cilindro, retira del cañón la envoltura vacía del cartucho disparado, que cae á tierra con sólo inclinar lateralmente el arma, la cual queda en disposición de recibir otro cartucho, con su mecanismo en la posición que indica la fig. 2. Colocado, pues, el cartucho en el espacio libre entre *c* y *r*

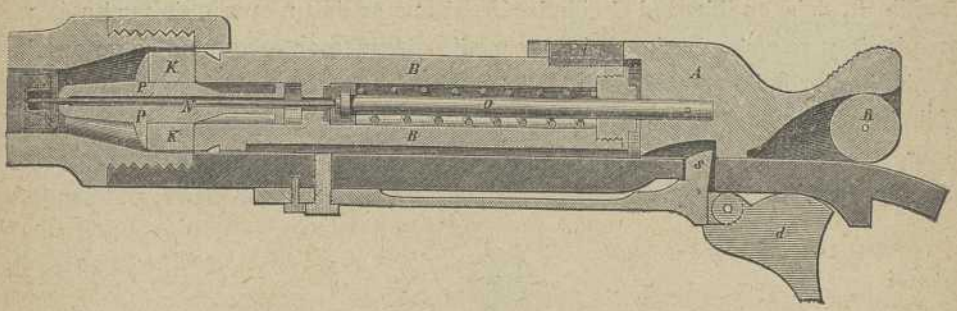


FIG. 137.—Mecanismo de la carabina de Chassepot.

todo el mecanismo referido se lleva hacia adelante por medio del mango *a*, con lo que el cartucho queda metido en el cañón; un cuarto de vuelta del mango hacia la derecha determina el cierre definitivo, y al mismo tiempo la llave queda montada, merced á la compresión total del resorte espiral. Si entonces, oprimiendo el gatillo *n*, se dobla hacia abajo el muellecito que retiene el disparador *f*, éste es impelido por el resorte hacia adelante, y su punta choca contra la cápsula de percusión en el centro de la base del cartucho, produciendo el disparo instantáneo. Añadiremos, para terminar, que la carabina Mauser (sin bayoneta) pesa 4,5 kilogramos, y con bayoneta 5, siendo su largo, sin esta arma, 1,350 milímetros, y con ella 1,820. Toda la infantería alemana, así como parte de su caballería (tercerola) tiene este sistema de arma, que ha quedado convertida recientemente en carabina de repetición, como diremos más adelante.

Un decreto imperial de 30 de Agosto de 1866 dispuso en Francia la adopción de una carabina de aguja de pequeño calibre (11 milímetros), que había inventado, en 1858, un operario del Depósito central de Artillería, llamado *Chassepot*, pero que modificó y perfeccionó notablemente, en el ínterin,

el entendido teniente coronel *Nessler*. El mecanismo de este arma, que representamos en sección en la fig. 137, supone, para la carga, tres manipulaciones, sin contar la colocación del cartucho. En primer lugar, se retira el disparador *O*, con su aguja *N*, corriendo hacia atrás la pieza *A*, con lo cual se comprime el resorte espiral y el arma queda montada. Este movimiento, que facilita el

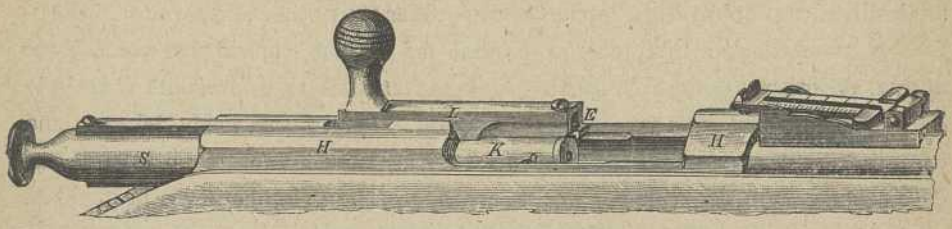


FIG. 138.—Carabina Berdan abierta.

rodillo *R*, deja en libertad el cilindro *B*, al que se da un cuarto de vuelta á la zquierda y se corre hacia atrás por medio de un mango que no se ve en el grabado, por hallarse caído en el lado opuesto. Entonces se coloca delante del cilindro el cartucho de papel, parecido á su congénere alemán (fig. 136), salvo que el mixto se halla alojado en la base de cartón; y, por último, se corre el cilindro hacia adelante, volviéndolo otra vez para asegurar el cierre, y dejando

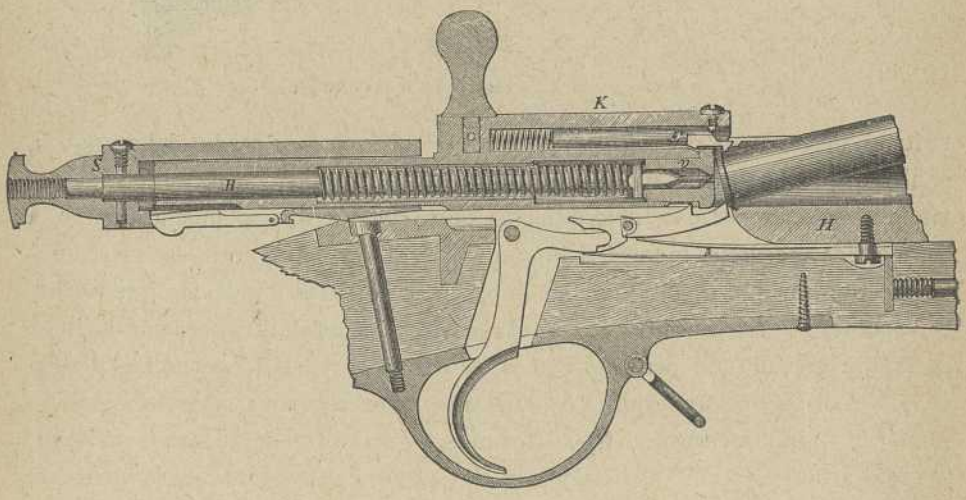


FIG. 139.—Mecanismo de la carabina Berdan.

atrás la pieza *A* retenida por el muellecito *s* del gatillo *d*, que no hay más que oprimir para efectuar el disparo. La obturación está constituída por un anillo de cautchuc, *k*, que tiene su asiento en torno de la cabeza *P* del cilindro, é impide, ó debería impedir, el escape de los gases, merced á su compresión y expansión al tiempo del disparo. Pero en la práctica semejante disposición no

dió buenos resultados, pues durante la campaña de 1870-71, y á pesar de ser la carabina Chassepot muy superior por sus efectos balísticos á la de Dreyse, que llevaban los alemanes, hubo de condenarse en vista de serios defectos, atribuibles principalmente á dicha obturación y al cartucho de papel.

Por esto, el Gobierno francés adoptó después de la guerra un arma nueva, ideada por el jefe de escuadrón *Gras*, con cartucho metálico de mixto central, y al mismo tiempo decretó la transformación de la carabina Chassepot con arreglo al nuevo sistema. El arma de Gras, cuyo mecanismo reproducen las figuras 3 y 4, lám. VIII, tiene, lo mismo que la holandesa de Beaumont, mucha analogía con la alemana de Mauser, descrita anteriormente. También Rusia é Italia han adoptado el sistema de cierre cilíndrico con resorte espiral, aunque las armas respectivas difieren en algunos puntos esenciales de los modelos alemán y francés. La carabina rusa es invento del general norteamericano *Berdan*, y su mecanismo se halla reproducido en las figuras 138 y 139; mientras que el arma adoptada en Italia es la que representa la fig. 140, siendo invención del mecánico suizo *Vetterli*.

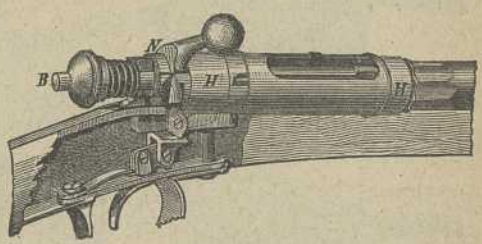


FIG. 140.
Carabina de Vetterli, cerrada y montada.

Pocas palabras bastarán para hacer resaltar las características de estas tres armas. En la de Gras, la cabeza *v* del cilindro *K* abraza á éste y no toma parte en su movimiento de rotación; en la de Berdan, dicha cabeza está atornillada al cilindro y gira con él, mientras que en la de Vetterli el cilindro no ejecuta más que el movimiento rectilíneo de adelante atrás, y viceversa. En los tres sistemas, el extractor *E* se encuentra en la parte superior del cilindro. En los de Gras y Berdan, el resorte espiral que da impulso al disparador, *B*, se halla colocado en el cilindro; mientras que Vetterli lo situa exteriormente, detrás del cilindro. Las armas de Gras y Vetterli quedan montadas (en virtud de la compresión del resorte espiral) al tiempo de retirar el cilindro; en cambio, en la de Berdan no sucede esto hasta que el cilindro vuelve á correrse hacia adelante, quedándose atrás la pieza *S*, retenida por el muellecito en que se apoya el gatillo.

Consideremos ahora el segundo grupo de carabinas con carga por la culata, ó sea el de *cierre de tapadera* ó *charnela*.

La fig. 141 representa el arma de la infantería suiza, transformada con arreglo al principio en cuestión por el profesor *Amsler*, de Schafthausen. El cierre se halla constituído por la pieza *a*, que ajusta en una caja reservada detrás de la culata; gira en un plano vertical en torno de una charnela, como la tapa de una cajita; contiene en su interior el disparador con su muelle, y está en combinación con el extractor *b*, que funciona cuando dicha pieza se levanta.

Para cargar se echa la tapadera hacia adelante, como indica el grabado; se introduce el cartucho metálico en el cañón hasta su base, y se vuelve á cerrar, quedando la tapadera sujeta por medio del gancho de resorte *c;* entonces el extremo del disparador se encuentra delante del pie de gato, y se dispara montando éste y oprimiendo el gatillo, como con un fusil ordinario. Pero la carabina Amsler fué sustituída en Suiza, hace ya veinte años, por otra de repetición, de que nos ocuparemos más adelante.

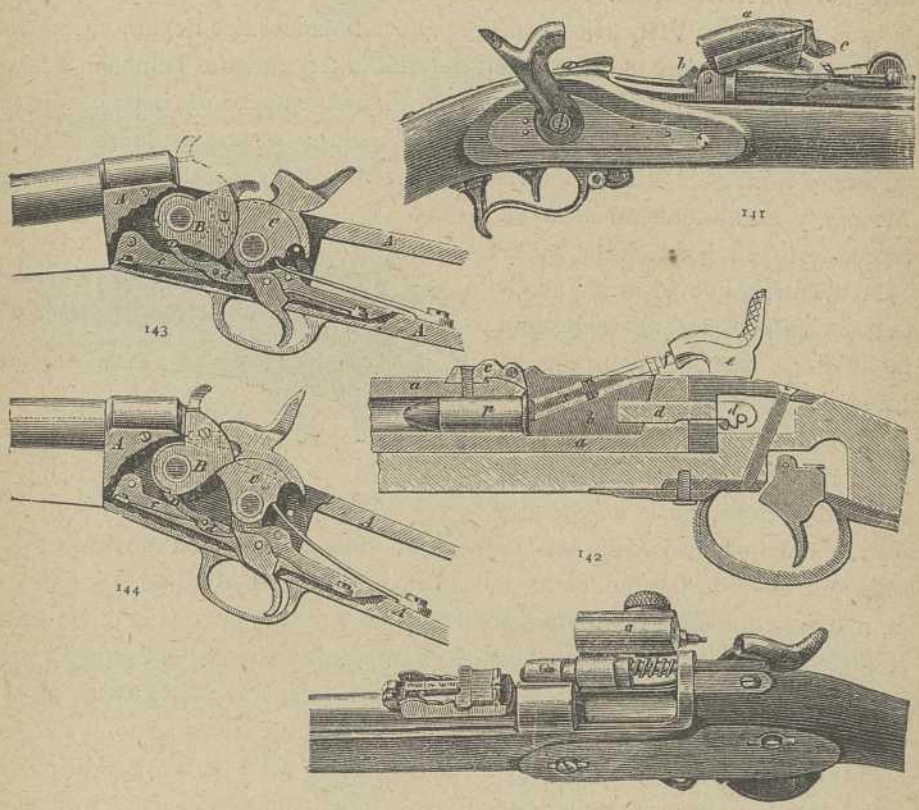


FIG. 141.—Carabina suiza de Amsler.—FIG. 142.—Carabina austriaca de Waenzl.

FIGURAS 143 y 144.—Carabina norteamericana de Remington.—FIG. 145.—Carabina de Snider.

Un sistema muy parecido al anterior es el de *Waenzl* (fig. 142), con arreglo al cual se transformaron las carabinas antiguas de la infantería austriaca: la tapadera *b* gira sobre la charnela *e*, y se sujeta, después de cerrada, por medio del pasador *d*. Pero posteriormente (1867) se adoptó en Austria la construcción de *Werndl*, que muestran las figuras 147 á 149, en la que la tapadera de media caña *B*, que puede girar sobre un eje horizontal, constituye, al abrirse, el recipiente del cartucho que se corre desde él en el cañón. La carga se verifica en tres tiempos: se monta primero el pie de gato, que no se ve en nuestros grabados; luego se aplica el dedo pulgar contra la oreja *b'* (fig. 149), haciendo

girar la tapa *B* hacia la derecha, con lo cual funciona el sacacartuchos que reproduce separadamente la figurita 148; alejada así la envoltura del cartucho antes disparado, se introduce uno nuevo (metálico), y se cierra la tapa haciéndola girar hacia la izquierda, hallándose entonces el arma lista para el disparo.

Una de las armas de este género que mas aceptación ha tenido en Europa es la del norteamericano *Remington*, adoptada en España desde 1871, así como en Suecia, Noruega y Dinamarca hasta los años de 1880 y 1887, cuando estos últimos países dotaron á su infantería con carabinas de repetición. La fig. 143 representa el mecanismo de Remington con la culata abierta, en disposición para recibir el cartucho, y la 144 con la culata cerrada. Como en todas las armas norteamericanas de moderna construcción, los mecanismos de cierre y disparo se hallan contenidos en una sólida caja metálica, *AA*, uni-

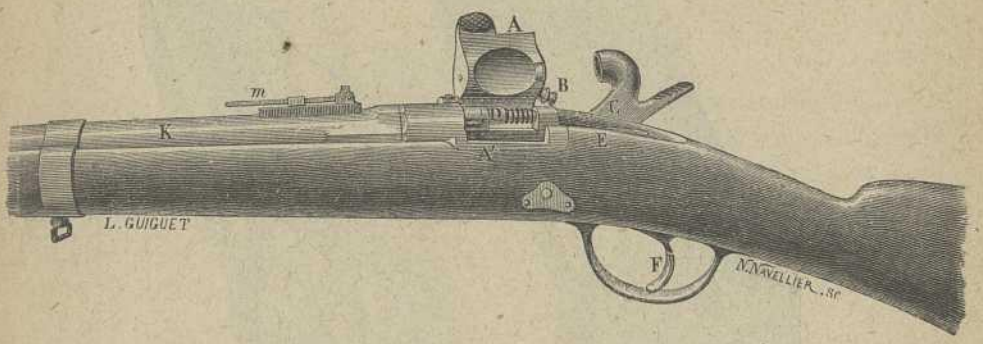


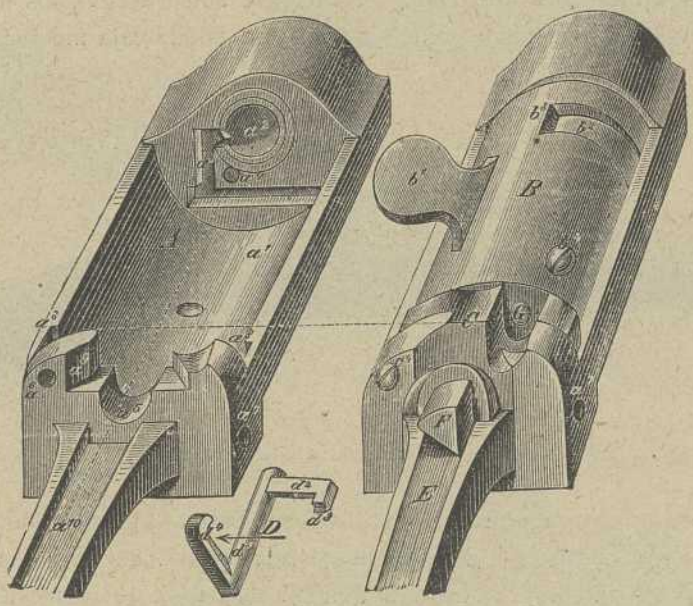
FIG. 146.—Carabina francesa dicha «de tabaquera.»

da firmemente por delante con el cañón y la parte respectiva de la caja de madera, y por detrás con la parte posterior de ésta. La carga se verifica en tres tiempos (sin contar la introducción del cartucho), que consisten: primero, en montar el pie de gato macizo, *C;* segundo, tirar hacia atrás y abajo el cierre *B*, que, como el pie de gato, gira en torno de un eje transversal, lleva en su interior el disparador en forma de una clavija cilíndrica, y determina la extracción del cartucho vacío, en cuyo lugar se coloca uno nuevo; y tercero, levantar el cierre *B*, que entonces queda sujeto por la pequeña palanca *D*. Al caer sobre el disparador. el pie de gato se apoya también firmemente contra el cierre, como indica la fig. 144, ayudándole, digámoslo así, á resistir la presión de los gases.

La fig. 145 muestra el sistema de *Snider*, aplicado durante el período de transición á la antigua carabina Enfield, de la infantería inglesa. Su cierre de tapadera, *a*, no gira sobre un extremo como los de las armas de Amsler y Waenzl, sino lateralmente, dejando abierto un espacio detrás de la culata para introducir del cartucho metálico. Como en dichas armas, se halla atravesado por el disparador. El muelle espiral que se ve en el grabado, sirve para opri-

mir dicho cierre contra la culata. La llave es la antigua de percusión, con pie de gato situado á un lado. El llamado *fusil à tabatière* (fusil de tabaquera, por asemejarse su mecanismo á una cajita de rapé) que llevaba la Guardia nacional durante el sitio de París (1871) es de construcción parecida á la anterior, según se ve por la fig. 146, y recordamos á este propósito que también Holanda y Turquía hicieron transformar sus antiguos fusiles con arreglo al sistema de Snider.

El mecanismo inventado en 1862 por el norteamericano *Peabody*, y que reproducimos en la lámina IX, fig. 1, halló á la sazón gran aceptación en los



FIGURAS 147 á 149.—Mecanismo de la carabina austriaca de Werndl.

Estados Unidos, y ofrece la particularidad de que el cierre de charnela, en lugar de abrirse hacia afuera, como en las armas de Amsler, Waenzl, Werndl y Snider, se deprime en la caja metálica en que se halla alojado, dejando la culata al descubierto para introducir el cartucho. Esta depresión ó caída del cierre se produce por medio del guardamonte *E*, que funciona como palanca de codo y tiene su apoyo en *b:* si esta palanca se empuja hacia abajo y adelante, su brazo corto, vuelto hacia atrás, tira hacia abajo el cierre que gira en torno del pasador *a;* al bajar el cierre, su extremo anterior obra sobre la pequeña palanca *F*, que hace saltar fuera del cañón el cartucho usado, de modo que no queda más que introducir otro nuevo y elevar el cierre, tirando del guardamonte *E* hacia arriba. Con el arma de Peabody es necesario montar separadamente un pie de gato ordinario antes de poder hacer el disparo; una mejora, introducida por el suizo *Martini*, consistió en disponer el mecanismo

de modo que dicho pie de gato se montaba simultáneamente por la acción del guardamonte; pero posteriormente, y en vista de la fuerza excesiva que esto suponía, el norteamericano *Tyler Henry* suprimió el pie de gato, sustituyéndolo con un disparador rodeado de un resorte espiral, que situó en el interior del cierre, de modo que, al tiempo de deprimir éste por medio del guardamonte, el resorte se comprime y el arma queda montada. En esta forma per-



FIG. 150.—Carabina de Martini-Henry.

feccionada se conoce dicha carabina con el nombre de *Martini-Henry*, y, como indica nuestra fig. 150, es difícil concebir un mecanismo más sencillo y compacto; la carga se verifica rápidamente en sólo dos tiempos, y el cartucho es metálico y de mixto central. Con el objeto de dotar á su infantería con un arma nueva, el Gobierno inglés abrió un concurso en 1871, y entre los 65 modelos diversos que se presentaron, eligió el de Martini-Henry, con un calibre de 11,43 milímetros.

Otra modificación del sistema de Peabody, que prestó buenos servicios en

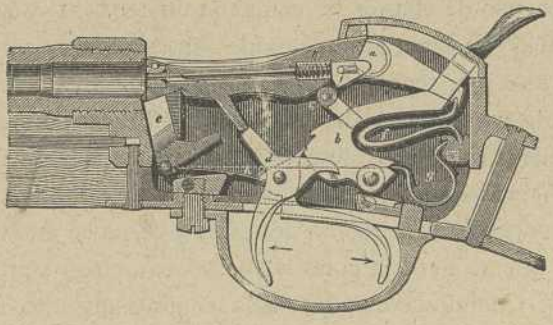


FIG. 151.—Carabina de Werder.

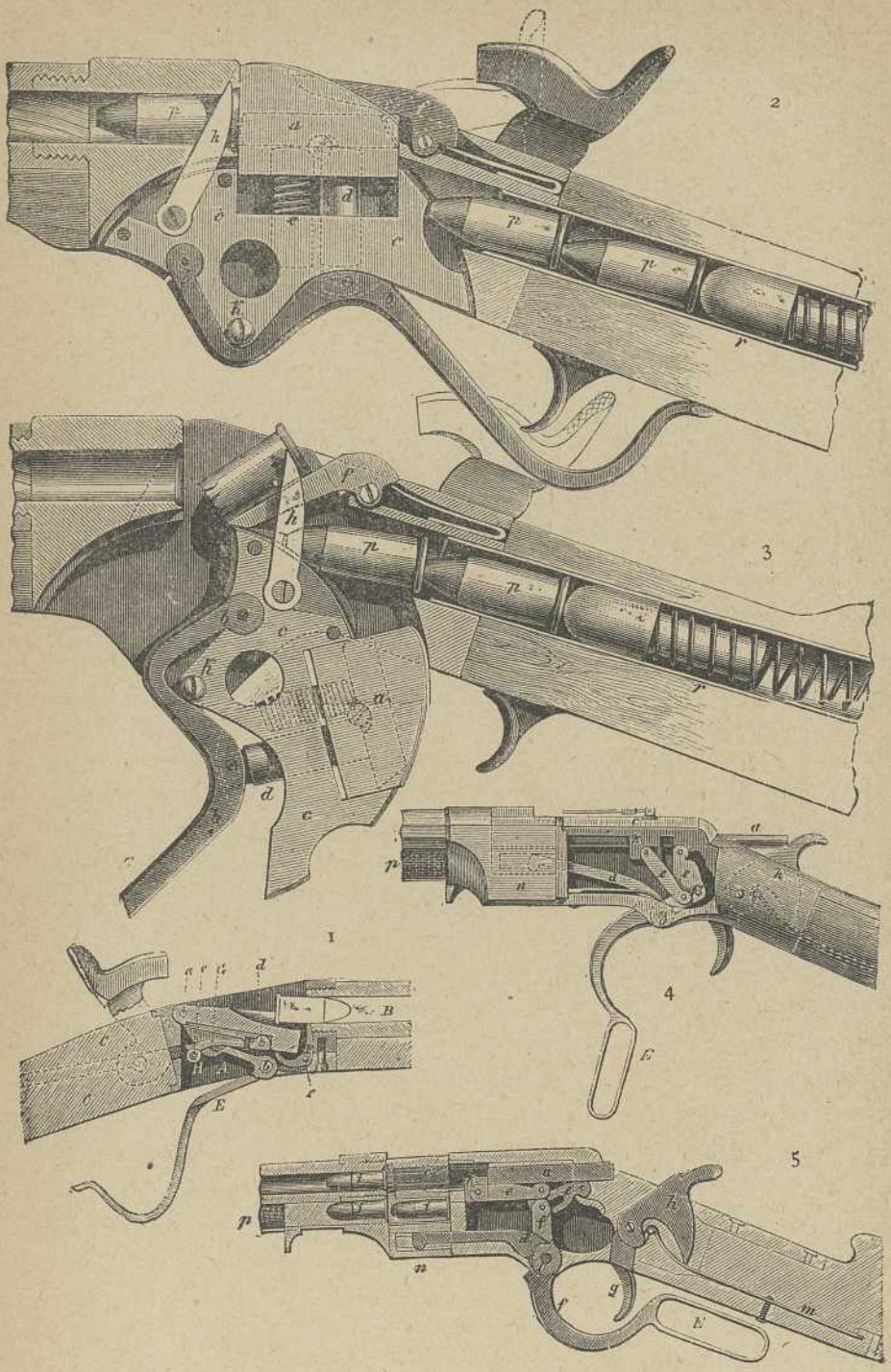
la guerra franco-alemana en manos de parte de la infantería bávara, es la introducida por *Werder*, de Nurenberg, y que reproducimos en la fig. 151. El mecanismo es bastante más complicado que el de Martini-Henry, pero con él la carga se verifica también en dos tiempos: el cierre se deprime y el cartucho, vacío, se extrae empujando hacia adelante el brazo largo de la palanca *d*, que constituye como un gatillo invertido; y una vez introducido el nuevo cartucho,

se eleva el cierre y el arma se monta, corriendo hacia atrás el extremo superior de la palanca *b*, operación que se hace con el dedo pulgar como si se tratara de montar un pie de gato ordinario. Como dijimos más arriba, el arma de Werder ha sido sustituída ya en el ejército bávaro por la carabina de Mauser, uniformándose de este modo el armamento de la infantería alemana.

CARABINAS DE REPETICIÓN

Todas las armas que dejamos descritas en las páginas precedentes son fusiles ó carabinas *simples*, de un tiro; es decir, que después de cada disparo es preciso cargarlas, introduciendo un nuevo cartucho *con la mano;* operación que supone cierta tardanza ó pérdida de tiempo, por tener el soldado que sacar los cartuchos de la cartuchera. Este inconveniente, unido al hecho de que, aun con las armas más perfectas, el abrir y cerrar la culata supone por lo menos dos maniobras, y la consideración de que es muy conveniente en momentos críticos el poder disparar más rápidamente, han dado lugar á la invención de las llamadas *carabinas de repetición*, provistas de un depósito especial con cierto número de cartuchos que pueden introducirse automáticamente en el cañón, uno tras otro y á medida que se dispara.

Hasta hoy (1890), la carabina de repetición del norteamericano *Spencer* es la única que se halla probada en grande escala en los campos de batalla: se empleó durante la guerra civil de los Estados Unidos (1861-65), mereciendo los mayores elogios de parte de los generales Grant y Shéridan; los franceses hicieron también uso de ella en la campaña de 1870-71, y en la turco-rusa de 1877-78 la caballería turca estaba dotada con carabinas Spencer. En nuestra lámina IX, figuras 2 y 3, reproducimos en sección el mecanismo de este arma, con culata cerrada y abierta; su depósito lo constituye un tubo rectilíneo situado en el interior de la coz, capaz de contener siete cartuchos y el resorte espiral que los empuja hacia la culata, y se llena desde el extremo posterior, retirando primero dicho resorte. El mecanismo de cierre y carga se mueve á impulso del guardamonte *b*, que se maneja como el de las carabinas simples de Peabody y Martini-Henry. Cuando se empuja hacia abajo y adelante, atrae el cierre *a*, mediante el pasador *d*, obligándole á bajar en una caja reservada al efecto en la pieza *c*, con lo cual resulta comprimido el resorte espiral *e;* seguidamente la pieza *c*, que gira en torno del tornillo *k*, es atraída hacia abajo con el cierre, hasta tomar la posición que indica en la fig. 3. Este movimiento tiene por efecto lanzar fuera del cañón el cartucho vacío, mediante el extractor *h*, y franquear el paso al cartucho superior del depósito *p*, el cual, á impulso del resorte antes referido, es empujado hacia adelante hasta apoyarse sobre la pieza *c*. Al tirar hacia atrás y arriba el guardamonte *b*, el cartucho *p* pasa al



Carabinas norteamericanas de repetición:

1 de Peabody; 2 y 3 de Spencer; 4 y 5 de Tyler Henry.

interior del cañón, recobrando todo el mecanismo la posición que se ve en la figura 2, elevándose de nuevo (á impulso del resorte *e*) el cierre *a*, que lleva en su seno el disparador. El pie de gato tiene que montarse separadamente, lo que se hace primero, antes de mover el guardamonte, pues en su posición caída dicho pie de gato se apoya naturalmente contra el cierre, prestándole mayor firmeza.

Otra carabina de repetición ensayada ya aisladamente en dicha guerra de los Estados Unidos, y que posteriormente ha tenido mucha aceptación allende el océano, es la del ya referido norteamericano *Tyler Henry* (véase lámina IX, figuras 4 y 5. El depósito se desarrolla en forma de tubo rectilíneo, debajo y á lo largo del cañón, pudiendo contener hasta quince cartuchos; al principio se introducían éstos uno tras otro por el extremo anterior, después de sacar el resorte espiral que los empuja hacia la culata; pero *Winchester* abrevió la operación mediante una abertura lateral del depósito, y desde entonces lleva el arma el nombre compuesto de *Henry-Winchester*. Partiendo del supuesto de que el depósito se ha llenado, he aquí cómo se maneja el arma. En primer lugar, se baja el guardamonte *f*, como indica la fig. 4; su brazo corto *f'*, mediante los eslabones *e e*, corre hacia atrás el disparador *a*, que extrae el cartucho vacío por medio de un ganchito que tiene en su extremo anterior, mientras que su extremidad opuesta obliga hacia atrás el pie de gato *h*, que de este modo queda montado; casi simultáneamente pone el guardamonte en movimiento la palanca *d*, que eleva hasta el nivel del cañón una cajita en la cual se encuentra un cartucho, *i*, procedente del depósito. Al llevar entonces el guardamonte hacia atrás y arriba, se adelanta el disparador empujando el cartucho en el cañón, mientras que se deprime la palanca *d* con su cajita, á la que pasa en el acto otro cartucho del depósito. Al hacer fuego, el pie de gato obliga al disparador contra la base de los cartuchos, que son los de mixto periférico (véase la figura 129).

Una modificación y un perfeccionamiento notables sufrió el sistema Henry-Winchester, en manos del suizo *Vetterli*, que sustituyó la llave de pie de gato con una de resorte espiral (como la de su carabina simple, fig. 140), colocándola detrás y á continuación de un cierre cilíndrico, según se desprende de nuestra fig. 152. Corriendo este cierre hacia atrás, se extrae el cartucho vacío y se eleva la cajita *z*, con el cartucho nuevo procedente del depósito, quedando montado el disparador; al correr el cilindro hacia adelante, baja otra vez la cajita y se cierra la culata, estando el arma lista para el disparo. El depósito admite once cartuchos de mixto central. Esta carabina de repetición fué adoptada en 1869 por el Gobierno suizo para su ejército, adelantándose así esta nación á todas las potencias europeas en una reforma cuya necesidad se ha hecho ya imperiosa.

Por entonces, y aun durante varios años siguientes, las grandes potencias

no se mostraron favorables á la introducción de las carabinas de repetición. Conceptuaban bastante rápido el fuego con las carabinas simples; vieron en el consumo mayor de cartuchos un peligro, ó cuando menos una complicación, para el servicio regular de municiones en campaña, y temían también el peso más considerable de aquellas armas y lo complejo de su mecanismo, que hacía más difícil su limpieza y aumentaba naturalmente su precio. A esto se agregaba que las armas de repetición entonces acreditadas, ó sean las de Spencer y Henry, así como la de Vetterli, adoptada por Suiza, sólo estaban construídas para cartuchos cortos con balas de poco peso y una carga de pólvora reducida, y adolecían, por lo mismo, de un defecto balístico, ó sea su alcance relativa-

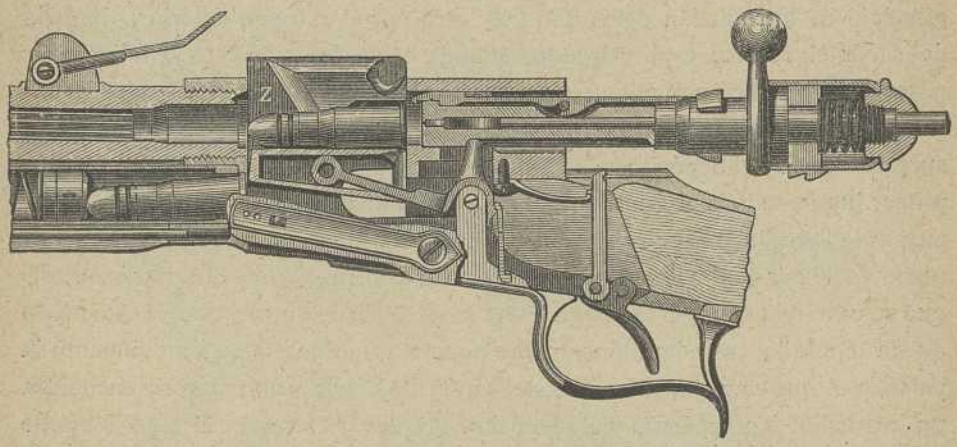


FIG. 152.—Carabina de repetición de Wetterli.

mente corto. La situación del depósito en la coz tiene evidentemente la ventaja de no ser perjudicial para el centro de gravedad del arma, y facilita la alimentación de cartuchos sin mecanismos demasiado complicados; pero el número de cartuchos en un depósito como el de Spencer era limitado, y había forzosamente de reducirse aún más con la adopción de cartuchos más largos. Este inconveniente desaparecía, naturalmente, colocando el depósito en la parte anterior de la caja, debajo del cañón, como lo habían hecho Henry y Vetterli; mas aunque de este modo podía almacenarse mayor número de cartuchos largos, se tocaba con los inconvenientes de que el centro de gravedad del arma, con el depósito lleno, se adelanta mucho y varía de posición con los disparos sucesivos; el calentamiento considerable del cañón durante un fuego rápido, es perjudicial para los cartuchos en el depósito; y, finalmente, el mecanismo de carga tiene que ser más complicado que con el depósito situado en la coz. Pero en medio de las dudas y vacilaciones á que daban lugar los hechos y argumentos referidos, la guerra ruso-turca de 1877-78, y muy especialmente la defensa tan memorable de Plewna, vino á inclinar la balanza en favor

del fuego rápido, pues eran evidentes las ventajas que debieron los turcos á la carabina simple de Martini-Henry, de manejo tan rápido, y á las carabinas de repetición americanas con que estaban armados. Desde este momento se produjo en los centros militares una reacción parecida á la que sobrevino después de la campaña de 1866 y determinó la adopción de las armas con carga por la

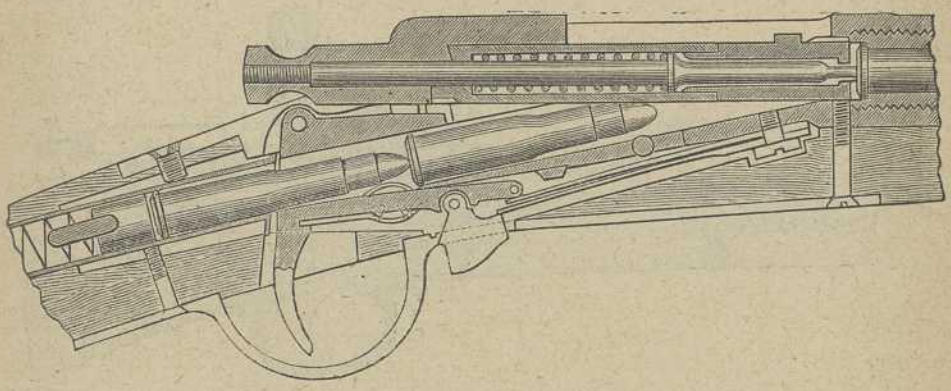


FIG. 153.—Carabina de repetición de Hotchkiss.

culata. Aunque por aquel entonces se presentó el americano *Hotchkiss* (inventor del llamado cañón-revólver, de que ya dimos cuenta más arriba), con una nueva carabina (fig. 153), en la cual se hallaba combinado, muy ingeniosa y sencillamente, un depósito para seis cartuchos largos (de mixto central) con un cierre cilíndrico, los peritos juzgaron en general más aceptable el depósito largo debajo del cañón, y los inventores prestaron al principio mayor atención á este sistema. Pero no conformándose con el método de alimentación introducido por Henry y Vetterli, por resultar su cajita insegura tratándose de car-

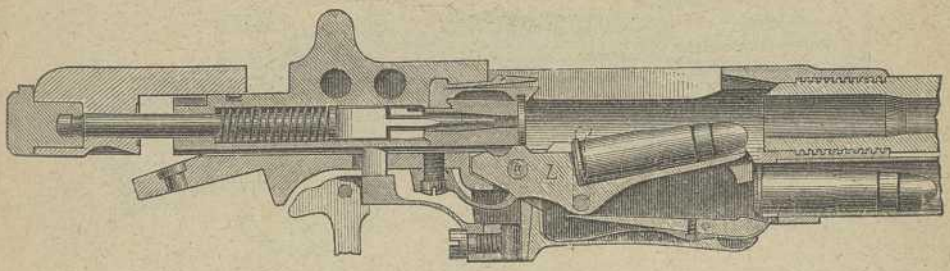


FIG. 154.—Carabina de repetición de Kropatchek.

tuchos largos, idearon una pieza ahuecada, á modo de cuchara, que, girando sobre un pasador transversal á manera de báscula, bajo el impulso del mecanismo de cierre, recibe un cartucho del depósito y lo eleva hasta el nivel de la culata, deprimiéndose luego para coger otro. Esta construcción apareció primero en la carabina de *Fruwirth*, adoptada en Austria para la Guardia civil.

Luego la aplicó *Kropatchek* á un arma que en 1878 adoptó Francia para su marina, y probó muy bien durante las expediciones de Túnez y del Tonkin: como indica la fig. 154, la elevación de la cuchara *L* se verifica al correr el cierre cilíndrico hacia atrás, mientras que su depresión tiene lugar volviendo el mango de dicho cilindro; la cuchara se puede poner también fuera de juego,

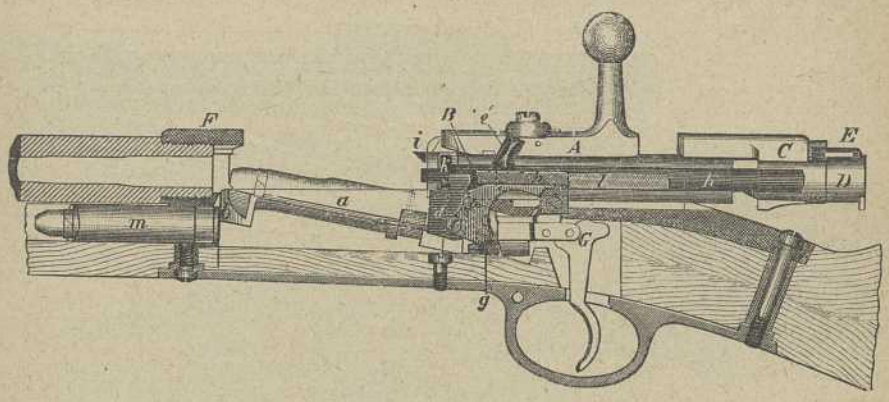


FIG. 155.—Carabina de repetición alemana al tiempo de cargarse.

sirviendo entonces el arma como carabina simple, y quedando entretanto en reserva los cartuchos del depósito.

En principios análogos se fundan el sistema de repetición ideado por *Jarmann* para el ejército sueco (1880); el de *Bartoldi*, introducido en 1884 en la marina italiana; así como el definitivamente adoptado por el Gobierno alemán en 1884 para la transformación de la carabina Mauser; en Julio de 1886 quedaban listas 100.000 carabinas, y á principios de 1888 ya se hallaba dotado de ellas todo el inmenso ejército del Imperio. Nuestras figuras 155 y 156 dan idea

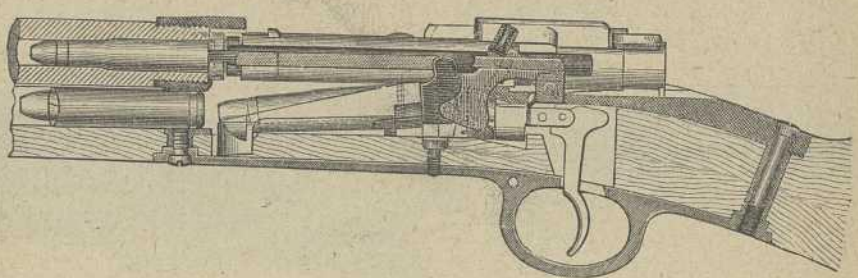
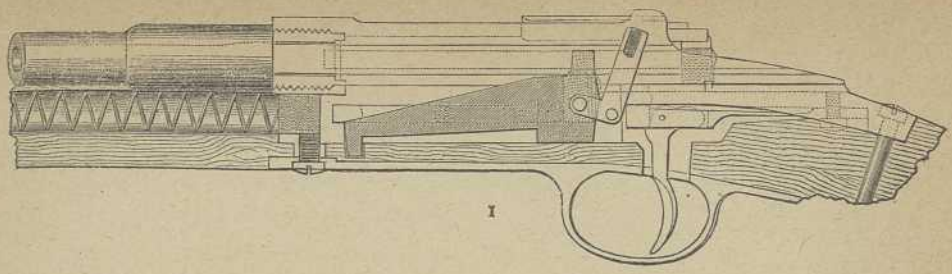
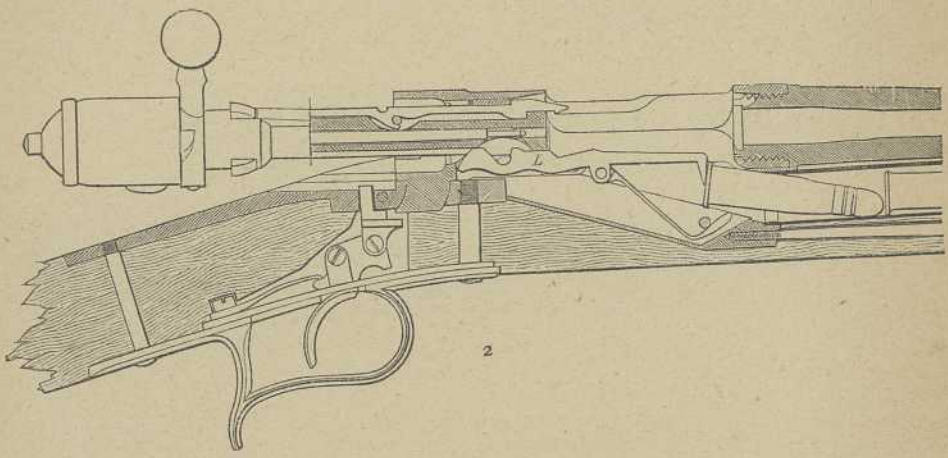


FIG. 156.—Carabina de repetición alemana en disposición para ser disparada.

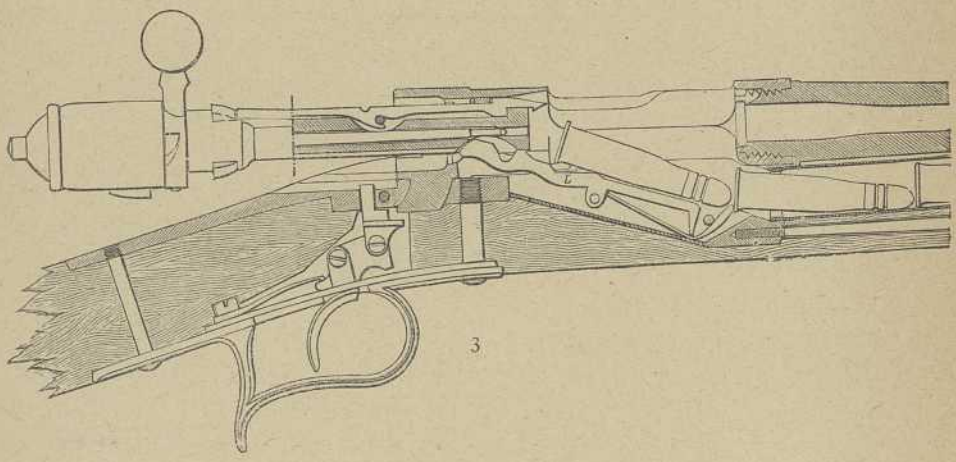
del mecanismo de este arma: la primera en el acto de cargar desde el depósito, y la segunda con el cierre echado y en disposición de disparar; como se ve claramente, la pieza de media caña, ó cuchara, en su posición más baja, recibe un cartucho del depósito que se extiende por debajo del cañón, y al correr hacia atrás el cierre cilíndrico, lo eleva hasta el nivel de la culata; al correr el cierre



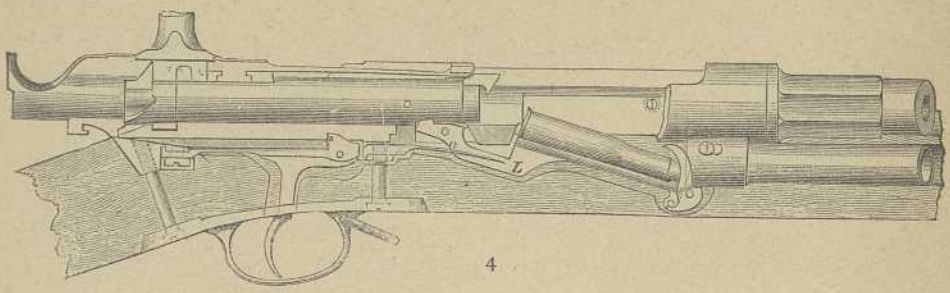
1



2



3



4

Carabinas europeas de repetición:

1, alemana de Mauser; 2 y 3, italiana de Bertoldo; 4, sueca de Jarmann.

hacia adelante, el cartucho queda metido en el cañón y todo se halla listo para el disparo, recibiendo entretanto la cuchara otro cartucho para elevarlo en su lugar y tiempo. El mecanismo se halla también combinado de manera que pueda suspenderse la acción de la cuchara, cargando á mano y reservando los cartuchos del depósito. Con la transformación de la carabina Mauser ha quedado suprimida la baqueta, de modo que la nueva arma de repetición, con el

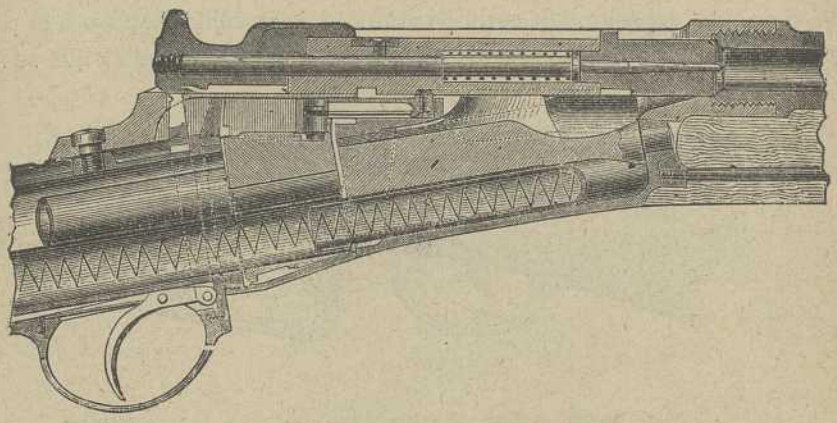


FIG. 157.—Primera carabina de repetición de Mannlicher.

depósito vacío, sólo pesa cien gramos más que aquélla; lleno el depósito con los ocho cartuchos que admite, el arma pesa 400 gramos más que con el depósito vacío.

A pesar de que las autoridades militares alemanas, después de madura reflexión y ensayos prolijos, se han decidido por el depósito delantero y la elevación de los cartuchos con la llamada cuchara, los nuevos aliados del Imperio no han tenido por conveniente adoptar este sistema. Austria se vió en el caso de escoger entre dos armas muy ingeniosas de repetición, construídas por *Mannlicher*: la primera (fig. 157), tiene en la coz un depósito, consistente en tres tubos dispuestos paralelamente en torno de un eje (fig. 158); cada tubo admite cinco cartuchos, y el mecanismo está combinado de manera que, después de vaciar un tubo, el eje gira lo preciso para que pueda descargarse el segundo, y así sucesivamente. De este modo quedaba anulado el inconveniente de los depósitos traseros anteriores, de sólo admitir corto número de cartuchos; pero el Gobierno austriaco dió la preferencia á la segunda de dichas armas, que en lo esencial es una modificación del sistema del morteamericano Lee. Las figuras 159 y 160 muestran su mecanismo, que por su novedad describi-

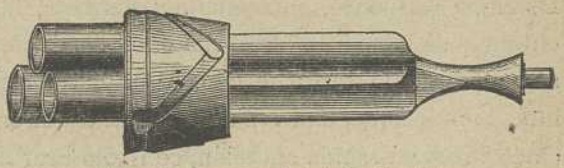
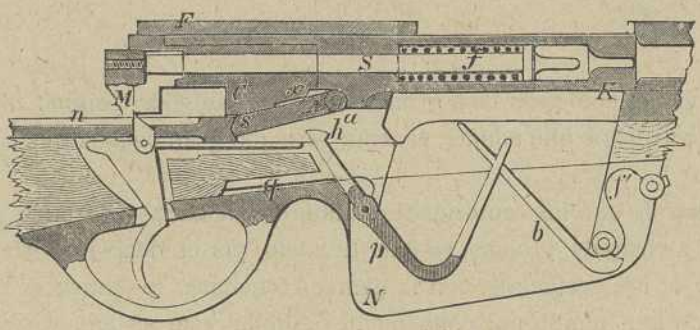


FIG. 158.—Mecanismo de los tubos Mannlicher.

remos concretando: el depósito *N* se encuentra en la parte media de la caja, inmediatamente por delante del guardamonte, y se llena por la parte superior, después de correr hacia atrás el cierre cilíndrico *K;* el soldado está provisto al efecto, no de cartuchos sueltos, sino de paquetes ó cajitas de hoja de lata muy delgada, que contienen cada una cinco de aquéllos, dispuestos uno encima de otro. Al introducirse una cajita en el depósito, queda sujeta por el ganchito *h* de la palanca *p*, cuyo brazo inferior entra luego en acción para lanzar la cajita vacía fuera del depósito. Un corte en el fondo de la cajita da paso á la palanca *b*, que eleva los cartuchos hasta el nivel de la culata, á medida que se nece-



FIG. 159.



FIGURAS 159 y 160.—Carabina de repetición de Lec-Mannlicher.

sitan, encargándose el cilindro (cierre) de introducirlos en el cañón. Disparados los cinco cartuchos, funciona la palanca *p*, lanzando fuera la cajita vacía, y entonces se introduce otra llena en el depósito, con la misma facilidad que si se tratara de un cartucho sólo. El disparador *S* queda montado al abrir la culata, de modo que, una vez metida una cajita en el depósito, se carga y dispara cinco veces en rápida sucesión, con sólo tirar del cierre hacia atrás, volverlo á su sitio y oprimir el gatillo otras tantas veces; y como este depósito se rellena mucho más pronto que los depósitos traseros ó delanteros referidos hasta aquí, es evidente que, de no faltar la munición, se puede sostener un fuego rápido más prolongado con la carabina Lee-Mannlicher que con las ya descritas. En el arma de *Lee* mismo (fig. 161), se introduce la cajita con los cartuchos desde abajo, y lleva en su fondo un muelle especial, que determina la elevación de aquéllos.

Italia, que ya tenía en su marina la carabina de repetición de Bartoldo, con depósito delantero, tampoco ha adoptado este sistema para su ejército de tierra, sino que acaba de transformar, á poca costa, la carabina simple de Vetterli (fig. 140), agregándole, según la idea del capitán *Vitali*, un depósito inmediatamente detrás de la llave, que admite cada vez cuatro cartuchos, previamente dispuestos al efecto en una cajita especial, llamada *caricatore*. La nueva carabina de repetición recién adoptada por Francia, que tiene un calibre de solos ocho milímetros, también ostenta un depósito en la parte media de la caja, siendo invención de los coroneles *Gras* y *Lebel;* y el arma de repetición con que se ha dotado ya al ejército dinamarqués, es igualmente de depósito medio, ofreciendo también la novedad de un calibre de 8 milimetros. En cuanto á Inglaterra, hace pocos años (1885) que introdujo una reforma en la carabina simple de Martini-Henry, y no parece haber resuelto aún la cuestión de la repetición; mientras que Rusia se muestra todavía hostil á las armas de este género, contentándose por ahora con un procedimiento de carga rápida que, como veremos luego, no carece de cierto mérito. La Junta superior facultativa de la Artillería española ha realizado varias series de experiencias con carabina de repetición, limitándose en alguna de ellas al estudio de las condiciones de las armas en cuanto á sus mecanismos y modo de funcionar, y prescindiendo por completo de sus condiciones balísticas, por no tener las primeras armas ensayadas iguales condiciones de calibre, carga, proyectil, etc., y estar en el ánimo de la citada Corporación sujetar el modelo que se estudie á la condición de disparar el cartucho reglamentario.



FIG. 161.
Carabina de repetición de Lee.

Con este objeto adquirióse también por el Gobierno español cierto número de armas repetidoras de los modelos Krag-Petterson, Kropatschek y otros, cuyas armas fueron sometidas á pruebas, entregándolas á algunos cuerpos de ejército, los cuales, una vez ensayados, emitieron su informe, procediéndose después á hacer minuciosos estudios y experiencias con ellas, considerándolas bajo sus diferentes aspectos de sencillez del mecanismo, rapidez de la carga, condiciones balísticas, etc.

Entre estos diferentes modelos de arma de repetición figura uno, ideado por el ilustrado capitán de artillería *D. Onofre Mata*, y cuyo mecanismo es

aplicable á la transformación del Remington reglamentario, siendo ésta la razón de su mayor economía.

El fusil de Mata es del sistema de carga mixto-tubular y de paquete, siendo su mecanismo análogo al del fusil moderno, proyectado en los Estados Unidos por Hotchkiss y Russel, conduciéndose en él los cartuchos al aparato de introducción en la recámara por medio de un tubo que los recibe del paquete de alimentación, y que puede contener cinco en orden superpuesto, como en el fusil indicado, si bien se ha sustituído su muelle en espiral por otro de lámina en forma de *z*, como el de los paquetes del fusil Lee, descrito en otro lugar; una piececita, que recibe al maniobrar el arma un movimiento de traslación igual á la longitud de un cartucho, hace avanzar un punto á todos los del tubo, y permite, al avance de aquélla, que descienda el primero de los colocados en el paquete, y en su retirada arrastra consigo al siguiente, tomándole por el reborde con la pestaña que tiene, con la cual desciende la ojiva, quedando en disposición de introducirse en la recámara.

El manejo de este arma, sea como repetidora ó de carga sucesiva, estriba en el de una palanca ó manivela susceptible de un movimiento giratorio, y que se fija en la posición necesaria para dar fuego, ó en la descarga del arma, arrastrando el cartucho vacío cuando se la hace descender, girando en ángulo recto y dejando al descubierto la recámara.

En tal disposición puede introducirse en ella un nuevo cartucho, y deshaciendo por el mismo camino el movimiento de la manivela, queda el arma nuevamente en disposición de hacer fuego, lo cual se consigue con un ligero empuje del dedo pulgar sobre el disparador. Por este procedimiento puede verificarse el tiro de carga sucesiva sin que varíen de posición los cartuchos del depósito.

Si se obliga á la manivela indicada á dar una vuelta completa en el sentido que marca una flecha indicadora, y que es el único medio de conseguirlo, al terminar el primer cuarto de ella queda descubierta la recámara, atraído el cartucho vacío del disparo anterior, y montado el aparato de percusión, según se ha indicado; á la media vuelta, el taquito ó pieza de que hablamos anteriormente se retira todo lo atrás posible, con lo cual un cartucho del paquete pasa al tubo, y en la media vuelta restante, hasta tomar de nuevo su primitiva posición, se introduce un cartucho en la recámara, cerrándose ésta con el descenso del obturador y quedando el arma en disposición de hacer fuego con ayuda del disparador, como en la carga sucesiva.

Después de cinco disparos efectuados en estas condiciones, el paquete del arma se agota, pudiéndose reemplazar por otro lleno, y no quedando en tal momento desarmado el tirador, puesto que aún le restan intactos los cartuchos de la recámara y del tubo, siendo ésta la principal ventaja del sistema mixto-tubular y de paquete; pero en cambio, cuando se consume totalmente

el depósito y hay que verificar el tiro de repetición, se hace indispensable dar seis vueltas á la manivela para que pueda empezarse; operación que por otra parte es por demás sencilla y más fácil que en otros sistemas.

Completamente cargada el arma, contiene once cartuchos; cinco en el paquete, cuatro en el tubo, uno en el obturador y uno en la recámara, lo cual es considerable, dado que los cartuchos tienen la carga y proyectil reglamentarios para el fusil Remington. Para la carga sucesiva sólo se exigen tres movimientos: primero, abrir la recámara, quedando montado e aparato de percusión; segundo, introducir su cartucho en la recámara y cerrar ésta; tercero, hacer fuego. Los tiempos de la repetición son dos únicamente: dar una vuelta completa á la manivela y hacer fuego, pudiéndose efectuar este tiro sin mover el arma de su posición de apuntar.

Además de la transformación de que nos hemos ocupado tan sumariamente, el capitán Mata ha propuesto las bases á que sujetaría un arma de nuevo sistema para que no desmereciera en nada de las adoptadas por las demás potencias en lo referente á rapidez del tiro y condiciones balísticas. Estas son: adoptar un calibre menor de 11 milímetros, fijándose en el de 10,1 milímetros y un proyectil de 24 gramos de peso, con cuyos elementos, admitiendo la velocidad de retroceso del arma de 2,5 metros, igual á la del Remington reglamentario, siendo el peso del arma, con corta diferencia, el de aquél, calcula poder obtenerse una velocidad inicial próxima á 500 metros.

En la actualidad, la Junta mixta nombrada por el Gobierno español para proponer el mejor modelo de arma nueva con todos los adelantos modernos, y proponer también la reforma del armamento actual, ha dado ya dictamen sobre este último extremo, adoptándose la transformación propuesta por los oficiales de artillería Freyre y Brull, hallándose ya armados con este fusil algunos batallones. En cuanto al fusil de calibre reducido y repetición que ha de adoptarse en definitiva como arma nueva, dicha Junta prosigue sus trabajos, efectuando experiencias con las armas más recientes, ideadas en las diferentes naciones, y pronto dará su dictamen sobre asunto de tan vital interés para dotar al ejército de un arma que reuna las mejores condiciones, y á la altura también de las mejores del extranjero.

De lo dicho se desprende que, en general, los sistemas de repetición con depósito en la parte media de la caja, inmediata á la culata, hallan actualmente más aceptación que los que lo tienen por debajo del cañón, ó en la coz. Pero en los últimos años no han faltado inventos encaminados á utilizar la coz para el objeto, sin reducir demasiado el número de cartuchos. Hemos referido ya el arma de Mannlicher, con depósito giratorio que admite quince cartuchos, y llamaremos, por último, la atención de nuestros lectores sobre el sistema de otro austriaco, el ingeniero *Schulhof*, que tiene analogía con el del capitán español *Mata*, ya descrito. La fig. 162 reproduce en sección la parte posterior

del arma á que nos referimos, cuyo depósito, alojado en la coz, admite hasta nueve cartuchos, ó sean, cinco colocados uno sobre otro en la caja del fondo *(K)* y cuatro en el tubo *R*, que sirve de conducto hacia la culata. La bajada de los cartuchos en *K*, y su avance en *R*, se halla determinada principalmente por resortes; mientras que una pieza, *O*, de forma especial, eleva cada cartucho hasta el nivel del cañón, en el que lo empuja el cierre cilíndrico *A*. El depósito

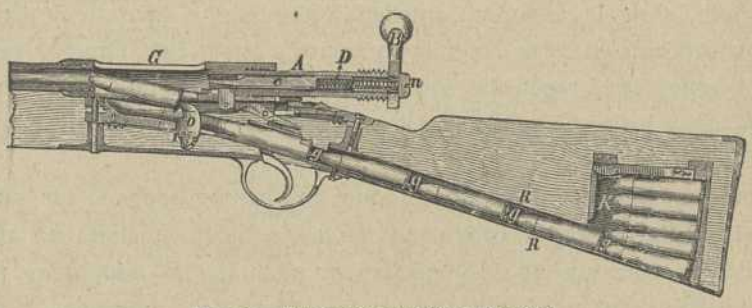


Fig. 162.—Carabina de repetición de Schulhof.

se llena por medio de una abertura lateral en la coz, y el arma puede cargarse también con la mano, reservando los cartuchos del depósito.

Tratándose de que un Gobierno introduzca un arma nueva, las razones de economía aconsejan, naturalmente, que el sistema elegido se adapte lo mejor posible al arma ya existente, á fin de reducir en lo que quepa los gastos y el tiempo de conversión ó transformación; mas como éstos resultan bastante considerables con la mayor parte de los sistemas de repetición descritos hasta aquí, se ha tratado ya diferentes veces de emplear depósitos de cartuchos independientes, en cierto modo, del arma misma, es decir, susceptibles de adaptarse exteriormente á una carabina simple. El método, acaso el más sencillo que pueda darse, es el propuesto por el armero austriaco *Krnka*, y adoptado por el Gobierno ruso: á los soldados se les distribuye, en lugar de cartuchos sueltos, cierto número de estuches de cartón en forma de abanico (figura 163), que contienen cada uno diez cartuchos; estos estuches están hechos de modo que se fijan fácil y prontamente á la derecha del arma, junto á la culata; y si bien el soldado tiene que cargar con la mano, siempre puede hacerlo mucho más rápidamente que si tuviera que llevar cada vez la mano á la cartuchera. Por otra parte, *Vitali*, y posteriormente *Loewe*, de Berlín, han ideado depósitos exteriores para doce cartuchos, que, como indica la fig. 164, envuelven la caja de una carabina simple, por debajo de la culata, inmediatamente delante del guardamonte. En ambos casos, el depósito *b* consiste en una ligera caja de chapa de acero, provista interiormente,

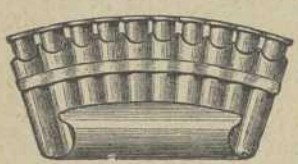


Fig. 163.
Cartuchera de Krnka.

en su lado superior izquierdo, de un muelle, que tiende continuamente á empujar los cartuchos hacia la parte superior del lado derecho; aquí los retiene una tapa, *g*, en forma de media caña, la cual, al correrse atrás el cierre cilíndrico, se levanta, y da paso á un cartucho, que cae en el espacio libre detrás del cañón, para ser introducido en éste al correrse el cierre hacia adelante.

Bastan los ejemplos citados para que vean nuestros lectores con qué actividad y con qué despliegue, digámoslo así, de ingenio, se trabaja en nuestro siglo humanitario para perfeccionar los medios de aniquilación del hombre por el hombre. Desde el punto de vista de la razón y de la filantropía, semejante manifestación en estos tiempos llamados "de luces„, no puede menos de causar horror; pero mientras la especie de fatalismo que hoy prevalece

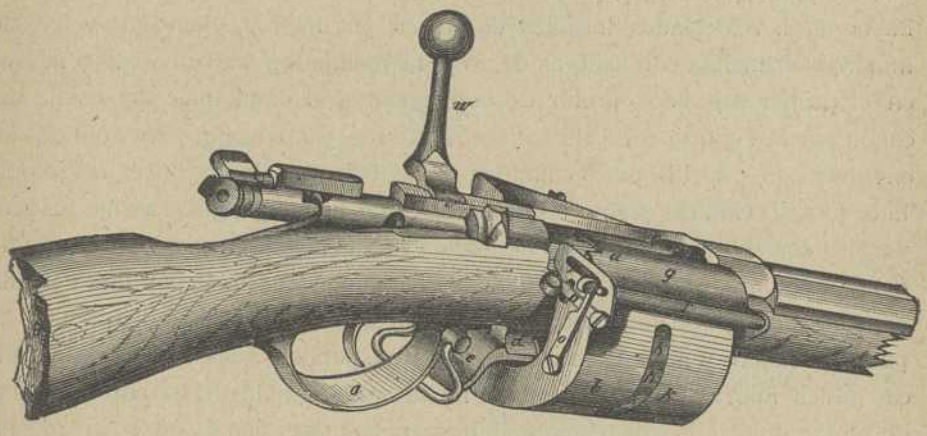


FIG. 164.—Sistema de repetición de Loewe.

para elevar la fuerza por encima del derecho, ofusca la razón y ahoga el amor del prójimo, creemos que los partidarios más decididos del desarme general y de un tribunal de honor y arbitraje para todas las naciones deben congratularse de esa fiebre desplegada en perfeccionar el armamento, porque tiende rápidamente á la realización de la paradoja de que "la guerra matará á la guerra„. Desde este punto de vista también hemos de dar la bienvenida á una idea que va cundiendo, desde que *Maxim* inventó su cañón automático (véase pág. 137); esto es, la de utilizar en las armas de fuego portátiles la fuerza del retroceso para determinar una sucesión rápida de disparos, comparada con la cual la que se produce con las armas dichas de repetición sería una mera bagatela. Según nuestras noticias, Maxim ha construído ya una carabina portátil, con arreglo á su sistema, que explicamos sucintamente en otro lugar; es decir, un arma que podrá ponerse en manos del soldado, y que, una vez iniciado el fuego, seguirá disparando sin más intervención por parte de aquél, hasta agotar la reserva de cartuchos. Semejante rapidez no es la única ventaja que ha de conseguirse, sino que, á lo que parece, el principio en

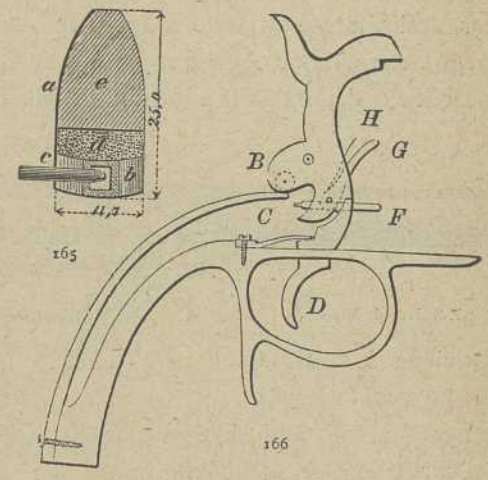
que se funda, ó sea el del aprovechamiento del retroceso, ha de simplificar notablemente el mecanismo del arma, con lo cual resultará ésta más barata y menos expuesta á descomponerse.

Pero nuestros militares no se contentan sólo con un fuego rápido, sino que pretenden aumentar todavía la velocidad inicial de las balas, y por consiguiente el alcance de las armas de fuego portátiles, la fuerza de penetración de los proyectiles, á la par que la rasante de sus trayectorias. Dijimos más arriba que las carabinas de repetición recién adoptadas por Francia y Dinamarca tienen un calibre de solo *ocho* milímetros. En efecto; según los ensayos del profesor suizo *Hebler* y del mayor *Rubin*, plenamente confirmados por otros verificados en nuestra Escuela militar toledana, la reducción del calibre á 8 ó á 7,5 milímetros, permite obtener, con las cargas de pólvora empleadas hasta aquí, velocidades iniciales de 500 á 565 metros, cuando la velocidad máxima alcanzada con calibres de 10 y 11 milímetros ha sido de 450 metros en el primer segundo. Como es consiguiente, el emplomaje del ánima del cañón sube de punto con calibres tan reducidos, y no basta, para aminorarlo, envolver con papel la parte cilíndrica de las balas de plomo dulce; no sólo se hace preciso emplear plomo duro, sino además bañar galvánicamente los proyectiles con cobre ó proveerlos de anillos de este metal. El conocido fabricante *Lorenz*, de Carlsruhe, produce hoy balas de plomo revestidas con una delgada capa de acero, que dan resultados satisfactorios. Semejantes proyectiles, de pequeño calibre y materiales más duros, si responden á las exigencias balísticas de las nuevas armas, se ajustan mejor que las balas hasta aquí comunes de plomo dulce á lo que reclama la humanidad; pues como conservan mucho mejor su forma, no ocasionan heridas tan complicadas. Esto no es una mera suposición, sino el resultado de ensayos sistemáticos verificados repetidas veces en los últimos años, sirviendo de blanco el cadáver de un caballo ú otro animal, y examinando luego las heridas cirujanos competentes.

EL REVÓLVER

Las armas de fuego portátiles destinadas á la defensa de cerca, ó sean las pistolas, no difieren esencialmente, por su construcción, de los fusiles y carabinas antiguos y modernos; salvo que, como se manejan con una sola mano, son mucho más cortas y ligeras, desarrollándose su coz en forma de arco, para que se puedan asir y sostener con mayor facilidad. No nos detendremos, pues, á hablar de las pistolas en detalle, bastando advertir que hoy se construyen también con carga por la culata; pero como apéndice á las consideraciones precedentes acerca de las carabinas de repetición, hemos de ocuparnos brevemente del *revólver*, que corresponde en cierto modo á la misma categoría de armas.

No era precisamente nueva la idea de construir pistolas de repetición cuando, en 1835, el coronel norteamericano *Colt* inventó el revólver; pero en las armas de este género que antes se hacían, los cañones, generalmente en número de cuatro, reunidos en un solo cuerpo, giraban en torno de un eje común, mientras que en el revólver no hay más que un cañón rayado, que es fijo, siendo las recámaras del arma, destinadas á recibir las cargas y abiertas paralelamente en un cilindro macizo de acero, las que giran, de modo que las balas resultan lanzadas sucesivamente por un mismo cañón. Esta disposición constituía desde luego un progreso notable, por cuanto el peso del arma quedaba considerablemente aminorado, y situado más favorablemente su centro de gravedad; pero el revólver de Colt ofrecía el inconveniente de que, para disparar sus seis tiros, el pie de gato tenía que montarse otras tantas veces con la mano; procedimiento poco á propósito para un fuego rápido y certero. Los armeros ingleses *Adams* y *Deane* remediaron este defecto construyendo un revólver cuyo cilindro giraba y cuyo pie de gato se montaba y disparaba con sólo oprimir el gatillo con el dedo; este arma era de cinco tiros que podían dispararse en rápida sucesión, sin variar la puntería, y quedó definitivamente adoptada en la marina de guerra inglesa.



165

166


167

FIGURAS 165 á 167.
Revólver y cartucho de Lefaucheux.

Tanto el revólver de Adams y Deane como el de Colt, se cargaban con cartuchos de papel, que sólo contenían pólvora y bala y se introducían por la boca de las recámaras, mientras que la explosión se producía por medio de cápsulas de percusión, colocadas cada vez en las chimeneas de los varios fogones, situadas en la parte posterior del cilindro giratorio. Pero desde el año 1850 el armero francés *Lefaucheux* aplicó al revólver su cartucho metálico (fig. 165), cuya envoltura de cobre encierra la bala *e*, la pólvora *d*, el mixto ó fulminante *b* en el fondo, y un pedacito de alambre de latón, *c*, que sobresale al exterior y está destinado á producir la explosión, mediante el golpe del pie de gato de la llave. Con este cartucho, la construcción del revólver hubo de sufrir algunas modificaciones, y en las figuras 166 y 167 reproducimos el mecanismo de la

llave y la vista exterior del arma de Lefaucheux. Las recámaras atraviesan de parte á parte el cilindro, que cierra posteriormente una pieza maciza, que tiene en un lado una pequeña puerta, que se levanta para introducir los cartuchos; los alambres disparadores de éstos asoman en torno del cilindro, como se ve en la fig. 167, en disposición sufrir el golpe del pie de gato. Mas en cambio de la gran ventaja que resulta del empleo de un cartucho metálico con mixto, el arma de que hablamos ofrece el inconveniente de tener que montarse cada vez á mano: el pie de gato (fig. 166) se deprime hacia atrás con el dedo pulgar, deslizándose su parte *B* sobre el muelle *A*, que se deprime á su vez para luego determinar el golpe; al mismo tiempo, y á impulso del muellecito *H*, la piececita *G* determina la rotación del cilindro, de modo que una de las recámaras viene á situarse en la prolongación del cañón, colocándose el disparador del cartucho correspondiente frente al pie de gato montado. Los mejores revólvers construídos posteriormente por los referidos Adams y Deane, los alemanes *Schilling* y *Mauser*, el austriaco *Gasser*, el francés *Galand*, el suizo *Delvigne* y los norteamericanos *Smith* y *Wesson*, se montan todos automáticamente, al mismo tiempo que gira el cilindro, y en virtud tan sólo de la presión del dedo sobre el gatillo; sin perjuicio de que se puedan montar también á mano, es decir, deprimiendo el pie de gato con el dedo pulgar. Pero ofrecen otra ventaja sobre el revólver de Lefaucheux, y es que se cargan sin necesidad de puerta posterior y con cartuchos metálicos de mixto central, los cuales, como no ofrecen ningún punto saliente, están mucho menos expuestos á estallar al sufrir el arma un golpe accidental, que los de dicho inventor, cuyos disparadores siempre sobresalen del cilindro y pueden recibir un golpe en el momento menos pensado, con grave riesgo para las personas. Nuestra fig. 168 representa en sección el revólver de Mauser, adoptado en 1877 para el ejército alemán; *A*, señala el cañón; *B B*, la caja; *C C*, dos recámaras del cilindro; *D*, el eje sobre que gira éste; *E* y *F*, mecanismo de seguridad para impedir la rotación: *G*, extremidad dentada de la envuelta *H*, en la que engrana la palanquita *K*, que hace girar el cilindro; *J*, fiador de este último; *L*, el pie de gato; *M*, el gatillo; *N*, el muelle que determina el golpe de *L*; y, por último, *O* y *P*, palanca exterior de seguridad, para

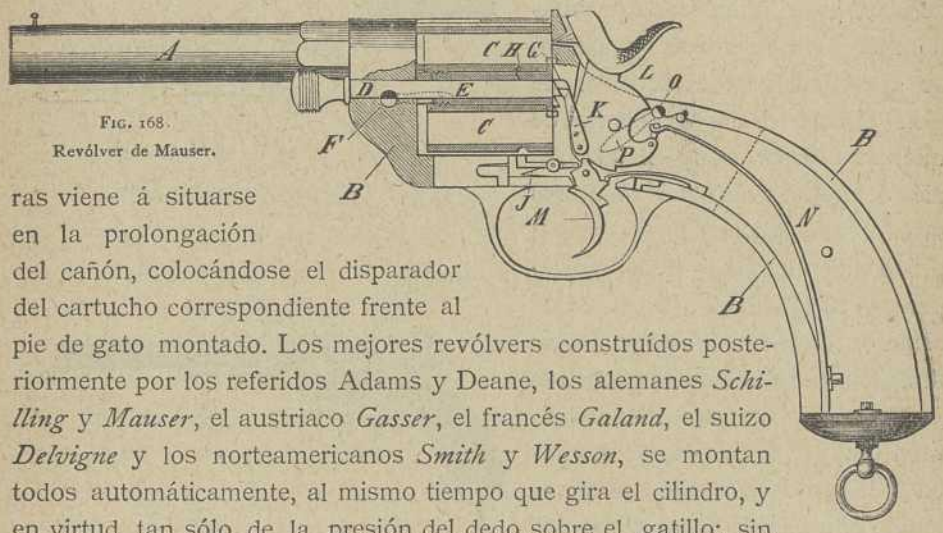


FIG. 168.
Revólver de Mauser.

impedir que el pie de gato se deprima bajo un golpe casual. El excelente revólver americano de Smith-Wesson tiene además un mecanismo muy ingenioso para despedir de una vez del cilindro los seis cartuchos vacíos y facilitar también la introducción de otros nuevos; disposición que no impide que se extraigan y repongan cartuchos aislados en casos en que sólo se hayan disparado uno ó algunos.

ESCOPETAS Y CARABINAS DE CAZA

Para la caza menor se emplean escopetas que se cargan con pólvora y perdigones, ó sean granos redondos de plomo duro. Semejantes proyectiles, que no se usan aisladamente como las balas, sino que se disparan de una vez en número relativamente considerable, no consienten el rayado del cañón, porque con él se esparcen demasiado al salir del arma, siendo así que conviene, por el contrario, evitar un esparcimiento excesivo; de aquí que estas escopetas tengan siempre el cañón liso y de un calibre mucho mayor del que conviene dar á las armas rayadas, pues varía entre 15,8 y 19,8 milímetros, siendo el más común el de 17,6. La carga de pólvora tiene que guardar proporción con el peso de los perdigones, pues con un mismo peso y á igual distancia la fuerza de penetración de los proyectiles resulta menor con una carga débil que con una más fuerte; de esto se sigue que los que echan en el cañón una cantidad excesiva de perdigones con la idea de asegurar más el tiro, se equivocan de medio á medio; es cierto que con ello aumenta la probabilidad de alcanzar la caza si ésta se aproxima lo bastante; pero aunque los perdigones den en el blanco, no hacen más que dar, es decir, que no hieren, no penetran. Además, una cantidad excesiva de perdigones puede dar margen á que salte el cañón por encontrar los gases demasiada resistencia. También puede influir sobre la manera de obrar de los perdigones la forma interna del cañón y el estado de sus paredes. Respecto de la forma, se considera como la mejor la cilíndrica pura, si bien un ligero ensanche del calibre en el tercio posterior no resulta perjudicial; en Inglaterra se recomiendan mucho los cañones cuyo calibre se ensancha repentinamente cerca de la boca, pues esto contribuye á mantener más juntos los perdigones, es decir, á evitar su esparcimiento, sin que hasta aquí la ciencia haya podido explicar el fenómeno. En cuanto al estado de la superficie interna, un cañón que conserva las señales del taladro con que se vació, ú otras irregularidades, ó que por falta de limpieza tenga adheridas costras de pólvora, afecta á la penetrabilidad de los proyectiles mucho más que un cañón perfectamente liso y limpio, por la sencilla razón de que dichas irregularidades aumentan el roce de los perdigones, en perjuicio de su efecto de penetración de los cuerpos.

Si el cañón no ofrece interiormente ningún defecto ó irregularidad, y si á

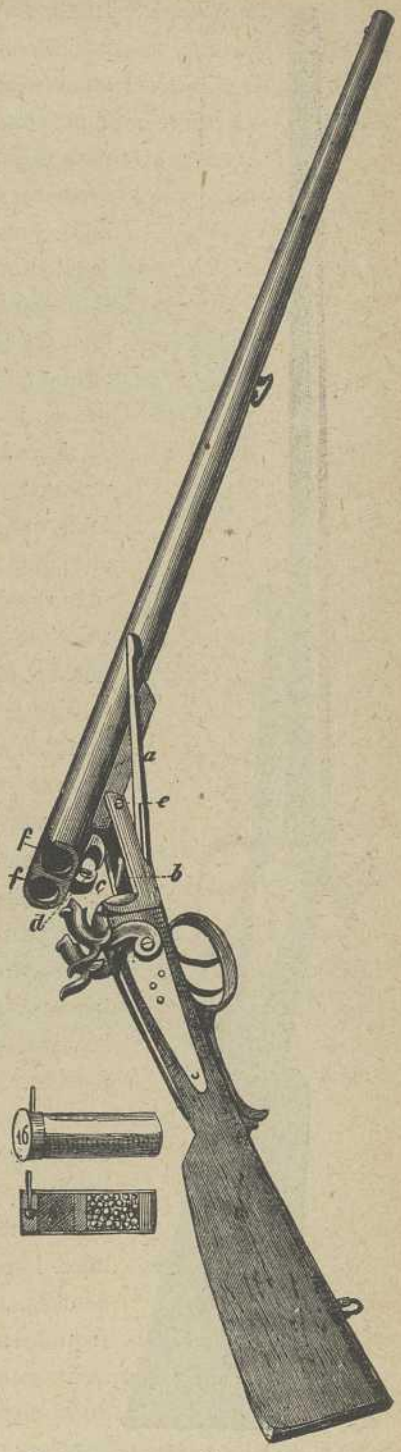
pesar de su perfecta limpieza los perdigones no penetran como debieran, esto es, si no matan, el cazador debe achacar la falta á la carga, y determinar del modo siguiente la debida proporción entre la pólvora y los proyectiles. El peso de toda escopeta de caza debe hallarse ajustado al de una bala esférica correspondiente á su calibre, y con ésta y una carga de pólvora equivalente á una cuarta ó una quinta parte de su peso, el arma sólo debe producir un retroceso ligeramente perceptible; si el retroceso es demasiado fuerte, es señal de que la escopeta es de construcción demasiado ligera, pues con un arma de caza ordinaria no puede emplearse una carga de pólvora sensiblemente inferior á la quinta parte del peso de la bala correspondiente, sin perjuicio de la penetrabilidad en cuestión. Para determinar el peso de perdigones más conveniente para dicha cantidad de pólvora, se carga la escopeta con una porción de aquéllos cuyo peso sea igual al de la bala, y á la distancia que se quiera tomar como base, se tira contra una tabla de pino seco, cubierta con una hoja de papel blanco. Después se repite la operación diferentes veces con la misma cantidad de pólvora, pero disminuyendo cada vez un poco la de los perdigones, hasta que éstos penetran lo bastante en la madera, y las señales en el papel (que hay que cambiar para cada disparo) no indican un esparcimiento excesivo de dichos proyectiles, es decir, no se hallan muy separadas unas de otras. De semejante prueba resultará, por regla general, que el peso de los perdigones debe ser próximamente tres veces el de la pólvora; y no hay para qué decir que si el cazador quiere conservar la acción penetrante de su escopeta, debe pesar ó medir la pólvora y los perdigones al preparar sus cartuchos, y hasta atenerse al número de aquéllos cuando son de mayor tamaño. En efecto; los perdigones gruesos no se juntan tanto entre sí como los pequeños, y si la cantidad de unos ú otros sólo se gradúa con arreglo á un espacio determinado, resultaría demasiado reducido el número de los más gruesos.

Todo cazador que fije en ello su atención, observará que las diferentes escopetas tiran mejor con una clase determinada de perdigones; esto es una consecuencia natural del modo de depositarse los perdigones, que depende de la proporción entre su tamaño y el calibre del cañón. Por lo mismo es bueno, cuando se carga con perdigones sueltos, es decir, no reunidos previamente en un cartucho, sostener la escopeta verticalmente y hacer saltar un poco los perdigones, á fin de que se depositen uniformemente. El taco que se introduce entre la pólvora y los perdigones debe asegurar la separación completa de ambos, y servir de medio propulsor de los segundos al tiempo del disparo; por consiguiente, no conviene que arda pronto, porque de hacerlo, los gases de la pólvora obran irregularmente sobre los pequeños proyectiles, y éstos salen ya esparcidos del cañón. El taco superior, que se coloca sobre los perdigones, sólo tiene por objeto apretarlos uno contra otro y evitar que salgan del cañón al inclinarse el arma. Al cargar ésta, no es bueno apretar los tacos mediante go!-

pes repetidos y fuertes, pues de este modo se pulveriza fácilmente la pólvora, que entonces no arde con regularidad, y se machacan ó deforman los perdigones, acuñándose entre sí, lo que tiene por consecuencia su esparcimiento desigual.

De las diferentes clases de perdigones, empléanse, naturalmente, las más gruesas para los animales mayores y las más finas para los menores. El tamaño de los perdigones se señala con números, y disminuye en proporción inversa; es decir que 0 (cero) señala los más gruesos y 13 los más finos. Las grandes aves de rapiña, el ganso silvestre y también el zorro, se cazan con los números 0 á 3; la liebre con los 4 ó 5; el pato, en otoño é invierno, con el número 6, y al principio de su caza con los números 7 y 8; los mayores tamaños para perdices son los 8 y 9; para la chocha ó gallineta los 9 y 10, y para pájaros menores, los 10 á 13. De los números más gruesos corresponden unos 12 perdigones á un decagramo (10gramos), mientras que de las clases más finas entran de 720 á 1.800 ó mas granos en dicho peso. Estos datos, sin embargo, no son absolutos, pues hay fábricas que adoptan una numeración distinta.

Es bastante común entre los cazadores que usan todavía escopetas del sistema antiguo, ó sean las que se cargan por la boca, la costumbre de guardarlas cargadas durante más ó menos tiempo, á veces meses enteros; y sucede á veces que al quererlas descargar disparándolas, el tiro no sale, ó lo hace con fuerza tal, que revienta el cañón. La razón está sencillamente en que la pólvora atrae la humedad atmosférica, dando lugar á que el cañón se oxide interiormente, dándose casos en que el orín produce cavidades bastante profundas. Semejante cos-



FIGURAS 169 y 170.—Escopeta de caza, sistema Lefaucheux, abierta para cargar, y cartucho de la misma.

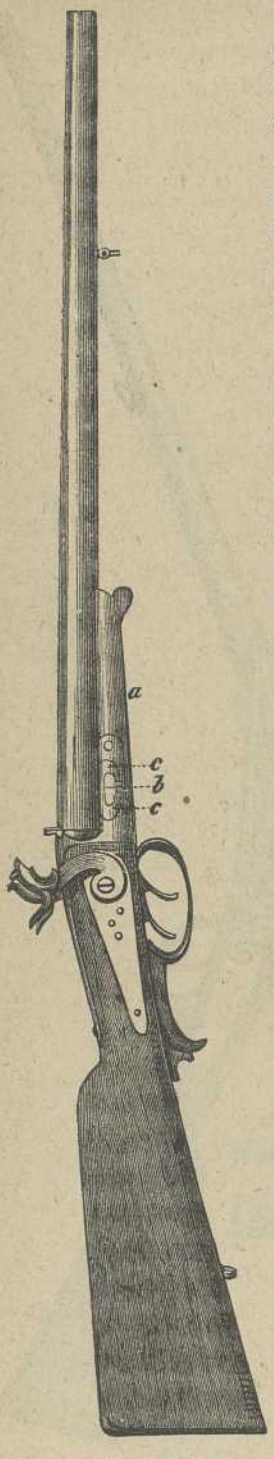


FIG. 171.—Escopeta Lefaucheux, cerrada y montada.

tumbre es condenable de todos modos, pero muy especialmente, cuando la escopeta se guarda con las cápsulas ó mixtos puestos. Las cápsulas de percusión hechas para la caza contienen, por regla general, fulminato de mercurio, que es un preparado en el que pueden formarse con el tiempo cristales casi microscópicos que, bajo el sacudimiento más leve, se rompen y producen la explosión del mixto. A este fenómeno se debe á veces el disparo espontáneo de una escopeta al tiempo de colocar la cápsula sobre la chimenea del fogón, así como el que se produce en ocasiones con escopetas suspendidas en la pared, sin motivo aparente.

Pero en los últimos tiempos las escopetas del sistema antiguo han ido cediendo el puesto en todas partes á las que, con arreglo al nuevo, se cargan por la culata; si bien el cambio no obedece á la necesidad de un fuego más rápido, cual sucede tratándose de las armas militares, sino sólo á la mayor comodidad que ofrece al cazador. La primera escopeta de este género que halló aceptación general, fué la del armero parisien *Lefaucheux*, inventor de los cartuchos metálicos con disparador de alambre, de los que hablamos más arriba al ocuparnos del revólver. La fig. 169 ofrece una vista de esta escopeta, de dos cañones, en disposición de recibir los cartuchos, mientras que en la 171 vemos el arma cerrada y lista para el disparo: para cargar, se hace girar la palanca *a* hacia la derecha, con lo cual el ancla *b* se vuelve transversalmente, librando el gancho doble *c* y dando lugar á que los cañones se depriman, girando sobre el pasador *e;* los cartuchos se introducen entonces en la parte posterior de los cañones, y al volver á levantar éstos con la mano, el diente *d* hace girar de nuevo el ancla *b*, y con él la palanca *a*, que se acaba de afirmar oprimiendo lateralmente con el pulgar su extremidad libre. Los cartuchos Lefaucheux destinados á escopetas de carga, están representados en la fig. 170, y consisten en una envoltura cilíndrica de cartón delgado con fondo de latón en forma de cápsula, que contiene el mixto unido al disparador de alambre que sobresale al exterior; sobre el mixto se encuentra la pólvora, rellenando el espacio restante los perdigones encajados entre dos ta-

cos de cartón. El fondo metálico del cartucho, que se apoya contra la superficie lisa de una pieza maciza de hierro que forma el cierre de los cañones, constituye la obturación de esta escopeta, impidiendo el escape de los gases hacia atrás. En *f f* (fig. 169) se encuentran las entalladuras en las que se hallan los disparadores; y no es necesario hablar de las llaves, por ser de construcción idéntica

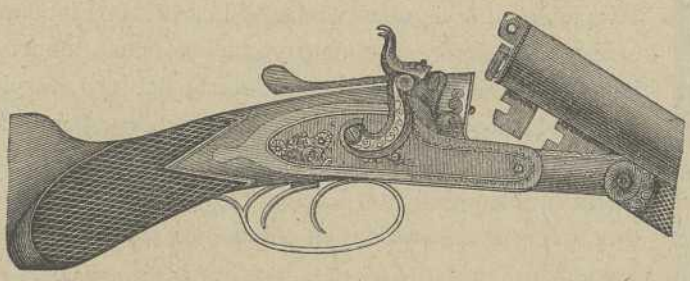


FIG. 172.—Escopeta de caza, de fuego central, sistema Lancaster, con cierre triple.

á la de los de percusión, antes en boga. Merced al empleo de cartuchos herméticos, la carga de pólvora en la escopeta de Lefaucheux queda reducida á $^1/_7$ ó $^1/_6$ del peso de los perdigones; el arma en cuestión se construye de diferentes calibres, que su fabricante señala con números, siendo el 28 el calibre más pequeño.

La escopeta llamada de *fuego central*, cuya invención suele atribuirse al

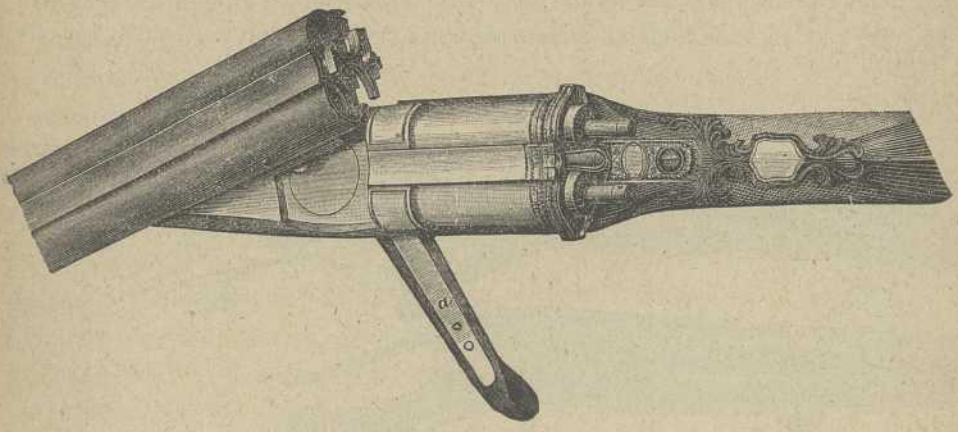


FIG. 173.—Escopeta de caza de Dreyse.

inglés *Lancaster*, aunque corresponde, al parecer, á un armero de Lieja llamado *Bernimolin*, representa un notable adelanto sobre la que acabamos de describir, pues el disparador se halla completamente separado del cartucho, formando parte de la llave, como en las armas militares. El cartucho es de mixto central, de donde proviene el nombre dado al arma, difiriendo sólo de los em-

pleados en la guerra, en que su fondo de latón, que lleva la cápsula (mixto), está sujeto á un envoltura de cartón que contiene la pólvora y los perdigones. La llave de la escopeta de Lancaster es también análoga á la del fusil antiguo, como indica la fig. 172; pero en vez del pistón para la cápsula de percusión, tiene la culata un taladro inclinado hacia el cañón, en el cual se halla situado el disparador, que transmite el golpe del pie de gato al mixto central del cartucho. En cuanto al mecanismo de cierre, se construye de diferentes maneras; pero el llamado *cierre triple*, que reproduce la fig. 172, es el más moderno, al par que el más seguro, dominándose por medio de una palanca que se extiende un poco hacia atrás sobre la llave, como indica nuestro grabado. La fig. 177 reproduce una escopeta de este género, construída en Alemania para el emperador del Japón.



FIG. 174. Cartucho de la escopeta de Dreyse.

Un tercer sistema de escopeta de caza, muy apreciado en Alemania, es el dicho *de aguja*, ó, si se quiere, de disparador horizontal, cuya invención se debe á Dreyse, en 1856, autor del fusil de aguja prusiano de que hablamos en otra parte de este capítulo. La fig. 173 ofrece una representación de este arma abierta, debiendo advertirse que los cañones giran lateralmente, en vez de inclinarse hacia abajo, como en las escopetas de Lefaucheux y Lancaster. El mecanismo está combinado de manera que al hacer girar los cañones para cargarlos por medio de la palanca *a*, situada debajo de la caja, quedan montados al mismo tiempo los disparadores. El cartucho co-



FIGURAS 175 y 176.—Escopeta de caza y cartucho, sistema Teschner;

rrespondiente (fig. 174) tiene fondo metálico con mixto central, pero con una envoltura de papel fuerte; y á guisa de taco, entre la pólvora y los perdigones, una especie de cápsula de cartón grueso, *f*, y, al inflamarse dicha envoltura,

se aplica contra las paredes del cañón, sufriendo por igual la presión de los gases y llevando los perdigones por delante del modo más perfecto. Por último, las figuras 175 y 176 representan otra escopeta del mismo género, pero de construcción algo distinta, debida al conocido armero *Teschner*, de Francfort, sobre el Oder.

En los últimos años se ha conseguido hacer las envolturas para cartuchos de perdigones con hoja de latón muy delgada, las cuales son impervias á la humedad, lo que no cabe decir de las de cartón, y pueden utilizarse de nuevo, esto es, volver á rellenarse centenares de veces, mientras que las de cartón sirven, á lo sumo, de dos á tres veces. Semejantes envolturas metálicas, delgadísimas, que no hay que confundir con las mucho más gruesas y resistentes de los cartuchos de carabina que se fabrican con gran esmero por *Kynoch*, de Birmingham, se adaptan á un fondo metálico sólido con mixto central; aunque su precio es, naturalmente, más elevado que el de las de cartón, resultan mucho más baratas que éstas, por ser susceptibles de servir gran número de veces.

En cuanto á las carabinas, ó sean armas con cañón rayado, que se emplean en la caza mayor, su construcción no difiere esencialmente de la de las armas militares del mismo género; tienen, por regla general, un calibre de 11 milímetros, empleándose con ellas cartuchos metálicos de mixto central y con bala iguales á los militares. Para la caza de fieras temibles suelen usarse hoy con ventaja carabinas de repetición, como las de Spencer, Winchester, Mauser, Werndl, etc., empleándose también proyectiles explosivos que estallan dentro del cuerpo de dichos animales, y que, por razones humanitarias, no pueden usarse en la guerra entre hombres. El armero alemán Dreyse, hijo del ya referido en otro lugar, ha inventado un medio económico y eficaz para producir, con una escopeta de caza, ó sea con un cañón liso, el mismo efecto que con una carabina, esto es, el de lanzar una bala cilindrocónica dotada de rápida rotación. Dicho medio consiste sencillamente en adaptar al extremo posterior del cañón liso un tubo corto, rayado, que basta para imprimir á la bala la rotación, que conserva en su paso por el cañón liso. De este modo puede convertirse fácilmente una escopeta en carabina, y los cazadores alemanes suelen aprovechar el invento haciendo transformar uno de los cañones de sus escopetas dobles, logrando de este modo llevar dos armas distintas en una pieza.

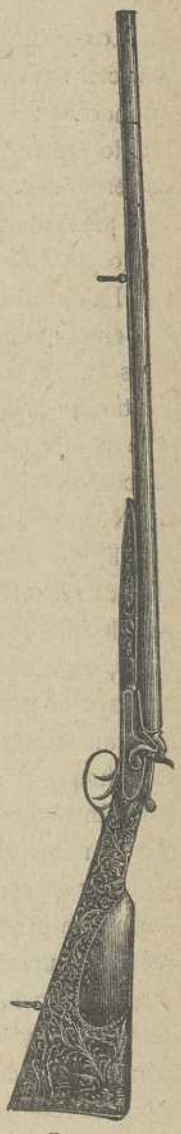


FIG. 177.
Escopeta de caza construída en Prusia para el emperador del Japón.

FABRICACIÓN DE ARMAS DE FUEGO PORTÁTILES

Los principales Estados europeos tienen montadas fábricas especiales de carácter nacional para la producción de armas militares, lo que no impide que, cuando se trata de transformar con la mayor rapidez posible todo un armamento (caso que en estos tiempos se repite con una frecuencia capaz de impacientar al contribuyente de más paciencia), acuden los Gobiernos á la industria particular. Alemania posee semejantes fábricas nacionales de armas de fuego portátiles, y sus municiones en Spandau, Erfurt, Danzig y Amberg; Austria Hungría, en Viena y Pesth; Rusia, en Ssesstroriask, Tula y Jjewski; Francia, en Chatellerault, Saint-Etienne y Tulle; España, en Oviedo; Italia, en Brescia, Terni, Torre-Annunziata y Turín; Inglaterra en Enfield, etc.; y son bastante numerosos también los grandes establecimientos particulares en los que se fabrican dichas armas militares para los Gobiernos que las encargan, así como las destinadas á la caza.

No podemos entrar en los numerosos pormenores de dicha fabricación, y nos limitaremos á indicar á nuestros lectores los principales adelantos en ella introducidos. Los cañones, que antes se hacían casi exclusivamente con platinas de hierro dulce, pegadas á fuego y martillo sobre un alma, y que más tarde, especialmente en Inglaterra, se producían por medio de laminadores acanalados especiales, se fabrican hoy, principalmente, con acero fundido; se forman primero en moldes cilindros macizos de este metal; éstos se transforman luego, por medio del laminador, en barras redondas, también macizas y del diámetro conveniente, y estas barras se vacían entonces por medio de tornos ó máquinas de taladrar de construcción especial. Las demás piezas de hierro y acero, correspondientes á la llave, los mecanismos de cierre y accesorios, se producen hoy en masa, con una precisión y rapidez sorprendentes, merced á un sinnúmero de herramientas mecánicas perfeccionadas, entre las que desempeñan papeles importantes las máquinas de fresar ó avellanar, las de taladrar y los tornos. Pero si bien semejantes máquinas trabajan con precisión tal, que las diversas piezas que producen se ajustan entre sí casi sin necesidad de retocarlas, uno de los mayores triunfos de la mecánica moderna se revela en la fabricación de las cajas de madera de las armas de que hablamos; cajas que, gracias á la perfección del llamado torno de copiar, de que hablamos en un capítulo anterior, reciben su forma, que cabe llamar irregular y complicada, así como las entalladuras necesarias para colvear el mecanismo, etcétera, casi sin la intervención del hombre.

En contraposición con lo expuesto, y solamente á título de curiosidad, daremos algunas ideas de la fabricación de las armas de fuego antiguas, cuyo

renombre y justa fama han llegado á nuestros días; pues sabido es el aprecio en que se han tenido siempre, y se tienen aún, las escopetas de caza construídas en la época en que ejercían con ventaja dicho industria varios artífices madrileños.

Tuvo ésta su origen en el reinado del emperador Carlos V, que trajo de Alemania los dos primeros artífices que trabajaron en la corte de España y que fueron los maestros de casi todos los antiguos arcabuceros españoles (1).

Bien sea por la bondad del hierro de nuestras minas ó por la destreza de los artífices, ello es que las escopetas de Madrid adquirieron gran fama en Europa, resultando de aquí el haberse falsificado las marcas de los armeros de esta ciudad en muchas obras salidas de los talleres de Lieja, Praga, Munich y hasta de Barcelona. En el año de 1795, Isidro Soler, arcabucero del Rey, publicó una obra doblemente importante como Manual del arte del armero y como indicador para los cazadores y aficionados á las armas de fuego para conocer las principales marcas, y de la cual extractamos lo más importante.

Construcción.—Forjábanse en Madrid los cañones de escopeta antiguamente (siglo XVII), estirando ó alargando un pedazo de hierro nuevo, en forma de barra ó de plancha, del largo que se quería el cañón; puesto el hierro en este estado, se iba volviendo hasta que quedasen tocándose las dos orillas en toda su longitud; pasaban después á unir y consolidar la juntura, lo que se hacía metiendo dentro del cañón una varilla ó broca de hierro de la mejor calidad, y sobre ella, luego de estar en disposición, se golpeaba con el martillo hasta que no se conociese dicha seccion, debiendo tener el mayor cuidado en no dar ningún golpe sino sobre la broca cuando se caldeaba, pues de hacerlo no soldaria el hierro, quedando en falso la obra.

Aunque este modo de forjar era el comunmente adoptado en toda Europa, no tardaron los maestros de Madrid en observar que tenía el gravísimo inconveniente de que, quedando la veta del hierro á lo largo, era muy difícil consolidar el cañón de modo que quedase oponiendo en toda su extensión una resistencia igual á la fuerza expansiva de los gases de la pólvora; para precaverlo idearon el medio de solapar, esto es, cargar una orilla sobre la otra, consiguiendo, no solamente que a menos golpes de martillo uniese mejor el hierro, sino que también, contraponiéndose la veta, fuese mucho mayor su resistencia.

Conseguida esta ventaja, quedaba por vencer otra dificultad más importante, cual era evitar la pérdida de todo el cañón al aparecer en él algún pedazo de hierro agrio ó escabroso; pues forjándolo todo de una sola pieza era imposible separar una parte sin destruir el todo; y como era difícil encontrar una barra de hierro perfectamente homogénea en toda su extensión, cre-

(1) Llamábanse estos armeros Simón Marcuarte y Pedro Maese.

yeron que no había otro arbitrio que el de forjar á trozos de una cuarta, poco más ó menos, los cañones todos para precaver esta contingencia.

Lograron efectivamente por este sencillo medio, no sólo la utilidad de poder reemplazar con un trozo bueno al que entre los cinco ó seis de que se componía el cañón resultaba de mala calidad, sino también la de que solapando muchas veces las uniones se cruzaban y confundían las vetas del hierro, dejándolo más unido y compacto; de modo que no tardaron en conocer las ventajas de este método en la fortaleza de los cañones y en la mejor construcción de todas sus partes, como precisamente debía suceder; pues además de que podían quitar fácilmente el trozo que no correspondía á la bondad de los otros, los caldeaban con mucha más solidez y perfección, ya porque era más fácil manejar un trozo de corta longitud que el cañón entero, y ya también porque podían darse todas las caldas apetecibles sin recelo alguno, á causa de que tomando cada trozo de por sí, el macho ó alma que tiene en su interior es tan corto, que no hay peligro de que se rompa, quedando metido dentro, como muchas veces sucedía con la larga, de lo cual resultaba que el obrero daba sólo al cañón las caldas suficientes, temiendo siempre las funestas consecuencias de la longitud de la mencionada alma.

Concluída la operación de la fragua, se barrenaba al cañón, y para asegurarse después de su solidez y resistencia, lo probaban introduciéndole una cantidad de pólvora igual al peso de la bala que recibía, con un taco muy justo y embreado; sobre esto se situaba el peso de cuatro balas de perdigón con otro taco como el primero, en cuya disposición se disparaba. Si resistía tres veces seguidas la misma prueba, se le ponían las marcas, y proseguían su trabajo hasta la conclusión.

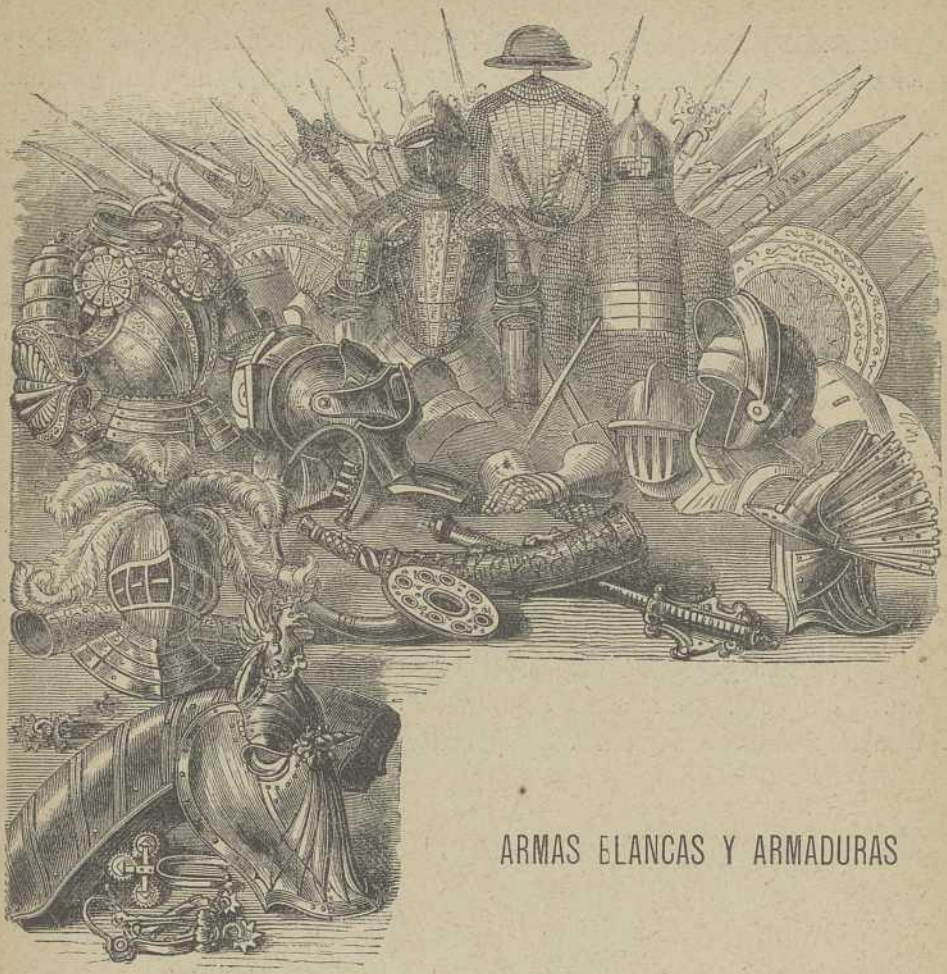
Los cañones forjados entonces eran tan pesados, que ninguno bajaba de cuatro libras y media castellanas.

Hasta principios del siglo pasado se mantuvo el método de forjar los cañones con hierro nuevo; y como, á pesar de todas las precauciones que se tomaban para elegir el mejor, resultaban muchos desgraciados en la prueba, supuso el famoso Nicolás Bis, arcabucero de Felipe V, que este inconveniente provenía más bien de la mala calidad de la materia que de su construcción, procurando corregirlo. A este efecto, y habiendo averiguado por repetidas experiencias que el hierro de las herraduras de Vizcaya era uno de los más dulces de toda Europa, y que por consiguiente debía ser el más á propósito para construir los cañones, puesto que lo agrio del nuevo hasta entonces empleado era el defecto capital de que adolecían, escogió una porción de dichas herraduras después de muy usadas, y por lo tanto, batidas con los pies de los caballos, y forjando un cañón con ellas, observó que resistía sin la menor alteración cuantas pruebas se hicieron con él.

Adoptado desde entonces en Madrid el método de no forjar sino con

hierros procedentes de herraduras viejas, la construcción de los cañones se ejecutaba de la manera siguiente: se escogían, para cada cañón regular, dos arrobas de las mejores, y de ellas se hacían cinco partes, la primera de peso de catorce libras, doce la segunda, y las tres restantes de ocho cada una; así divididas, se tomaba el primer montón de catorce libras, y, poniéndolo en la fragua, se batía y unía hasta ponerlo en figura de una pala; pero para cortar y atravesar la veta del hierro se daba un golpe con la tajadera cerca de un extremo, y doblando una parte sobre otra, recibía un caldeo muy fuerte; se repetía esta operación tres ó cuatro veces, caldeando siempre del mismo modo hasta quedar el hierro de forma análoga á la de un ladrillo, siendo preciso tener gran cuidado de sacudir el trozo de metal cada vez que se doblaba, á fin de quitar la escoria, pues si alguna quedase en el doblez, podía inutilizar el cañón.

Una vez en esta forma de ladrillo ó bloque, se doblaba en caliente solapando las orillas é introduciendo en el interior un alma ó macho de hierro, para darle la forma tubular. Lo mismo se ejecutaba con todos los montones restantes; con los cuales, dispuestos ya en esta forma, se comenzaba á construir el cañón tomando el primer trozo de más peso, que debía corresponder á la recámara, y metiéndolo en la fragua se pegaba á un cañón viejo para manejarlo; después se ensanchaba por un extremo, á modo de embudo, el segundo trozo de peso inmediato y se unía al primero, continuando así con los restantes; bien entendido que á cada trozo, para que quedase perfecto, se le habían de dar treinta y dos caldas á lo menos, saliendo el cañón de la fragua ya con su figura y ochavas, y del peso de cinco libras, poco más ó menos, en la idea de que, para que el cañón lograse la solidez apetecida, debía dejar en la fragua, por la acción del fuego, las 45 libras restantes para completar las dos arrobas con que, se principió la operación. Terminada la parte de fragua, pasaba el cañón á la barrena, lima, etc., hasta su total terminación.



ARMAS BLANCAS Y ARMADURAS

La espada se ha considerado en todos tiempos como el distintivo y el adorno del hombre libre; tiene su historia propia, y es, en cierto modo, el arma blanca por excelencia, simbolizando todavía en el lenguaje al estado militar.

Las armas más antiguas, comparables á la espada, eran de madera dura ó de piedra, transcurriendo mucho tiempo antes de que se hicieran de metal; en algunas partes eran de cobre ó bronce, en otras de hierro, precediendo en Europa aquellos materiales á éste. En tiempos de los antiguos romanos usábanse todavía espadas de cobre y bronce, al par que de hierro. Todas estas armas antiguas tenían la hoja derecha, relativamente corta y ancha, una empuñadura también corta, con guarnición derecha formando cruz. Cuando, más tarde, fueron más frecuentes los combates á caballo, ó entre jinetes, la hoja de la espada se hizo más larga; y después, al usarse más como arma cortante, hubo necesidad de resguardar mejor la mano; durante bastante tiempo esta protec-

ción no se buscó en la guarnición, que siguió afectando la forma de cruz, sino en un guantelete de hierro; pero acabóse por dar á la guarnición misma una forma más apropiada, cubriendo más ó menos completamente la parte dorsal de la mano. La forma de la guarnición de una espada más ó menos antigua, es la característica más segura para determinar á qué época corresponde el arma, pues los cambios en la hoja son menos aparentes; sin embargo, se hace preciso á veces fijarse bien en ambas partes, vista la ignorancia que despliegan muchos de nuestros comerciantes de antigüedades en componer armas con piezas correspondientes á épocas muy distintas.



FIG. 178 —Guerreros griegos.

La forma de la espada en los primeros siglos de la Edad Media era la representada en la fig. 179; esta espada inglesa del siglo XII es parecida á la de nuestro célebre Cid Campeador, que se halló en su sepulcro en Burgos, el año 1838, y se exhibió en la Exposición parisiense de 1867. Durante los últimos tiempos de dicha Edad, y aun á principios de la moderna, la espada conservó su sencilla guarnición cruciforme, aunque con gavilanes más largos, y labrados más artísticamente, como indica la colección de espadas y puñales de fines del siglo XV y comienzos del XVI reproducida en la fig. 180. La espada más singular de aquella época era el montante ó mandoble de los infantes, de

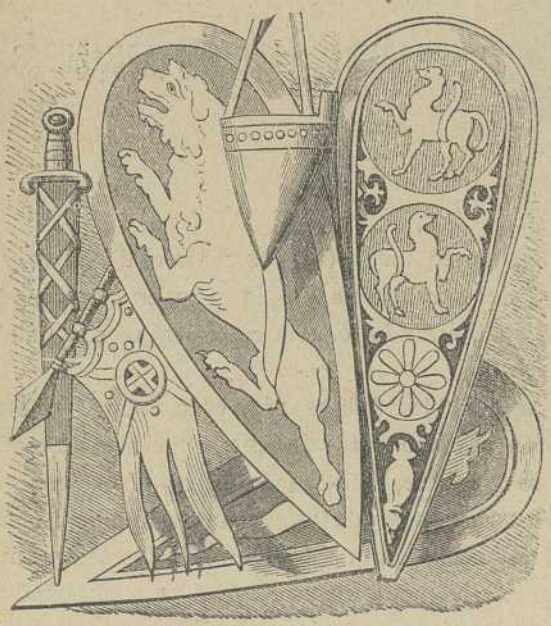


FIG. 179.—Armas inglesas del siglo XII.

grandísimas dimensiones, hasta de metro y medio de largo, y de peso proporcionado; durante la marcha el infante llevaba este arma sujeta á la espalda; en el combate, apoyaba en su cinturón el puño, sujetándolo con una mano, y asiendo con la otra la parte superior de la hoja misma, revestida al efecto con cuero, tajaba á derecha y á siniestra como con una guadaña.

Aun cuando los antiguos espaderos del Norte y Centro de Europa produ-

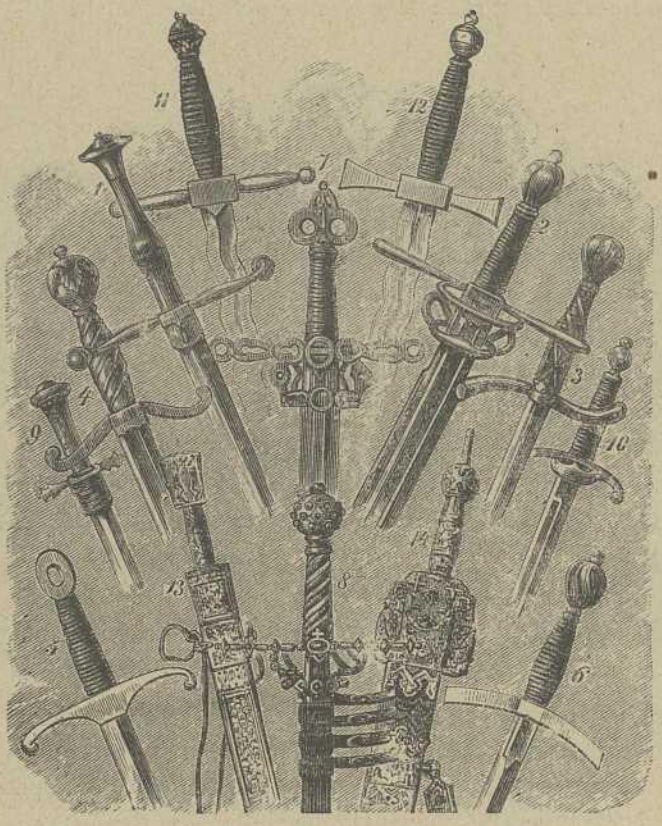


FIG. 180.—Espadas y puñales de los siglos XV y XVI.

cían espadas muy buenas, según se deduce de las leyendas alemanas y escandinavas, superábanles los del Oriente en cuanto al temple de la hoja y los adornos de la empuñadura y de la vaina; á tal punto, que las espadas orientales llamaron la atención de los cruzados, contribuyendo en gran manera á la mayor perfección de las armas blancas que se hicieron después en nuestro continente. Ejemplo insigne del género oriental son las dos espadas del rey moro Boabdil (véase la fig. 180, números 13 y 14), cuyas empuñaduras y vainas están adornadas con piedras preciosas y filigrana de oro. Tanto estas espadas como otras orientales reproducidas en las figuras siguientes, se caracterizan por lo corto de su empuñadura, que respondía á la pequeña mano de los

pueblos de Oriente. También las espadas del Mediodía de Europa, las italianas, por ejemplo, ostentaban generalmente empuñaduras más pequeñas que las de los pueblos del Norte, cuyas manos, más anchas y fuertes, requerían empuñaduras mayores, como las representadas con los números 1 á 8, 11 y 12 en la fig. 180. La guarnición de la espada núm. 2, en dicho grabado, ostenta los rudimentos de la especie de caja ó jaula semiesférica que, para la mejor protección de la mano, se introdujo en las armas de la segunda mitad del siglo XVI, y se transformó después, modificándose notablemente, en la guarnición más

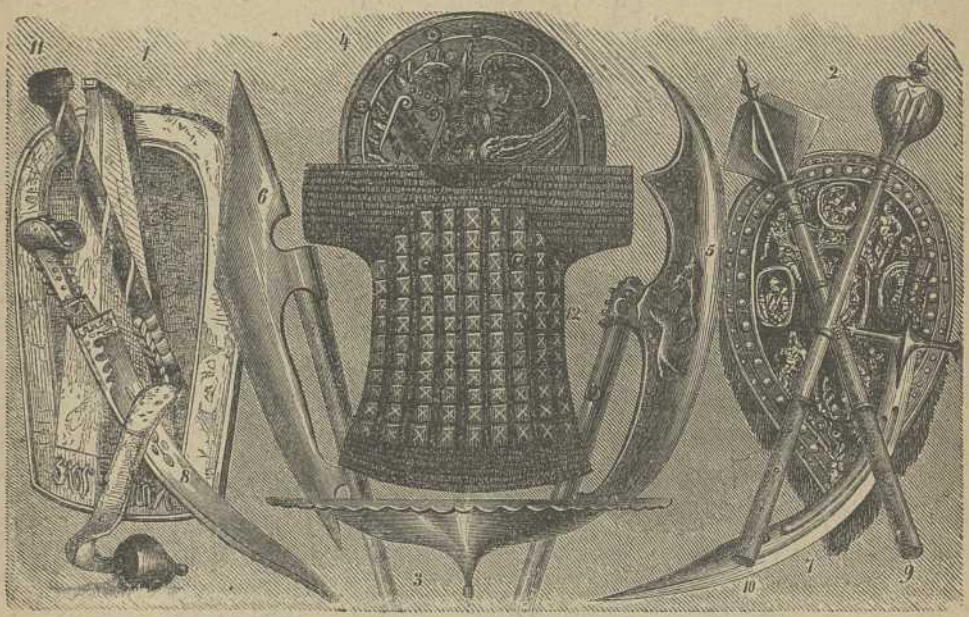


FIG. 181.—Diversas armas blancas alemanas, rusas y turcas, de los siglos XV á XVII.

cómoda de nuestros sables. En el siglo XV solían emplearse espadas grandes con hoja ondeada (fig. 180, 11 y 12), que se llamaban *flambergas*.

En Oriente solían llevarse, y se llevan todavía, sables ó *cimitarras* de hoja muy encorvada y más ancha cerca de la punta que junto á la guarnición; semejantes armas reclamaban una vaina especial, que se abría por el borde correspondiente al dorso de la hoja, y para evitar que ésta se mojara ó humedeciera, se llevaba pendiente del cinturón, con el filo hacia arriba, ó sea con la abertura dorsal de la vaina hacia abajo. Tanto estas cimitarras como los demás sables, espadas y puñales orientales, ostentan formas muy diversas y caprichosas. En la fig. 181, números (7 y 8), vemos un sable y un *yatagán* turcos, empleados en el sitio de Viena en 1683, cuyas formas difieren mucho de las usuales en el Occidente por aquella época. De los dos puñales reproducido en la fig. 182, el señalado con el núm. 10 es la conocida *djembiya*, de los

árabes del desierto, que siempre se lleva en la faja. Entre las armas indo-mahometanas representadas en la fig. 183, tenemos, en los números 1



Fig. 182 —Cascos y armas blancas mogólicos, persas y rusos.

y 2, ejemplares del característico puñal indio llamado *khuttar*, que se agarra introduciendo la mano entre los dos brazos rectos que constituyen la empu-

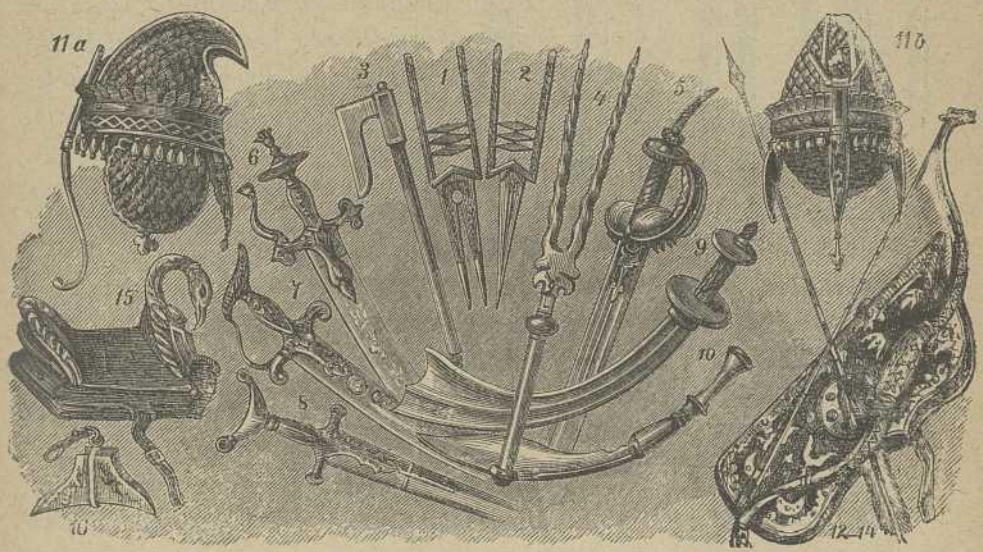
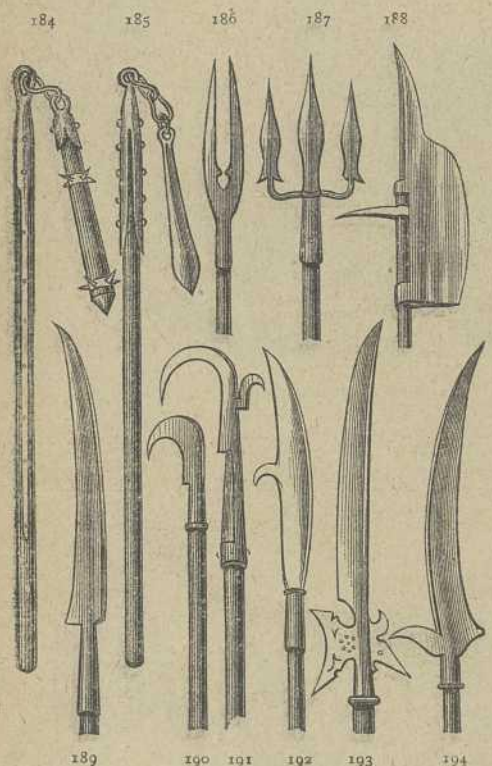


Fig. 183 —Armas indo-mahometanas.

ñadura, de modo que la palma de aquélla venga á apoyarse sobre las piezas transversales que los unen; el num. 4 señala una especie de chuzo de dos

puntas, hecho totalmente de acero damasquinado; 5 y 6 son sables damasquinados y ricamente adornados con oro, que llevan los nombres de *kunda* y *johur* respectivamente, y sólo se usan por personas principales; los sables números 7 y 8 son de los llamados en Oriente *zafar-dakiah*, es decir, "almohada de la victoria„, porque los príncipes ó magnates indios siempre los tienen metidos entre las almohadas de sus divanes, apoyando el brazo ó la mano en su empuñadura, á fin de hallarse á cada momento en disposición de defenderse.



FIGURAS 184 á 194

Mayales, horcas, guadañas y hoces de guerra.

Los números 9 y 10 representan sables de Nepal (India), llamados respectivamente *kora* y *kutri*, y celebrados por el temple extraordinario de su filo. El príncipe Waldemar, de Prusia, en un viaje por aquel país, tuvo ocasión de ver separar de su tronco la cabeza de un búfalo con un solo corte ó hachazo de la *kora*, golpe que supone naturalmente una fuerza y destreza poco comunes.

Las mazas y hachas de armas son instrumentos de combate que se usaron mucho en el Occidente durante la Edad Media, y se han conservado hasta los tiempos modernos entre los pueblos orientales. En la fig. 181 vemos, con los números 5 y 6, hachas de armas ruso-tártaras del siglo XVII; y bajo los 9 y 10, dos antiguas mazas rusas de hierro, con mango de madera; la fig. 224 (números 6 á 9) reproduce armas turcas del mismo género, diferenciándose muy poco, por su forma, el hacha núm. 7 del *tomahawk* que usan todavía los indígenas norteamericanos. En el siglo XVI se vieron en Europa combinaciones del hacha de armas con la pistola, según indica la fig. 16 de la lámina XI.

Todavía en los siglos XV y XVI la antigua pica (lámina XI, 15) desempeñaba un papel importante, y lo propio puede decirse de la alabarda, que es, en esencia, una combinación de la pica con el hacha. Las figuras 12, 13 y 14 de la lámina XI reproducen diferentes formas de alabardas suizas. Desde el siglo IX hasta los tiempos modernos, las herramientas cortantes y punzantes del labrador, como la guadaña, la hoz, la horca, etc., así como el mayal, tan

común en el Norte para desgranar las mieses, han prestado sus servicios á las gentes del campo como armas de guerra, y en diferentes épocas se han construído sobre la base de ellas verdaderas armas del género, como las que reproducimos en las figuras 184 á 194: las 184 y 185 son mayales de guerra; las 186 á 188, horcas de guerra; las 189 á 194, guadañas y hoces de guerra; todas ellas más sólidas, pero en esencia iguales, por su forma, á las herramientas que se originaron. Otra arma particular (fig. 195), combinación de pica y de hoz, era la llamada por los franceses *guisard*, y por los alemanes *gaefe*, que se empleaba ya en los primitivos tiempos célticos y germánicos; llevábanla los infantes en sus combates contra la caballería, sirviendo su gancho afilado para cortar los tendones á los caballos, de análogo modo que los del toro en plaza con la media luna. Por último, la llamada *partesana* se considera como una especie de alabarda sin hacha, y de hoja más larga y ancha, de dos filos, como indican las figuras 196 á 198; en forma algo más corta solían llevarla todavía hasta en el siglo XVIII los oficiales de infantería, bajo el nombre de *espontón*. Volviendo á las espadas y los puñales, los de los siglos XVI y XVII ostentan guarniciones más complicadas y más ricamente adornadas que los de épocas anteriores, y que ofrecen mayor protección para la mano. El abandono del guantelete de hierro y los progresos realizados en el arte de la esgrima, hicieron necesaria semejante reforma, que se manifiesta claramente en las diferentes espadas representadas en la fig. 199. Los números 1, 2, 7 y 8 señalan ricas empuñaduras italianas, la primera de acero bruñido y cincelado; la espada número 3, que ofrece cierto parecido con el *claymore* de los escoceses, era el arma característica de los *schiavoni*, soldados de Dalmacia al servicio de la república veneciana. La señalada con el núm. 4 era la espada de la célebre "tropa negra„ de Juan de Médicis, sobrino del papa León X. Los dos puñales españoles, números 5 y 6, así como los alemanes é italianos, números 10, 11 y 12, son de los llamados "siniestros„; esto es, destinados á llevarse en la mano izquierda para desviar ó parar la espada del contrario; á veces estos puñales siniestros tenían aserrado el dorso de su hoja ó parte de su guarnición, como indican las figuras 200 á 202. Por último, el puñal núm. 9 de la figura 199, está construído de manera que, al oprimir un muelle con el dedo, su hoja se divide en tres, causando otras tantas heridas. Según un libro inglés

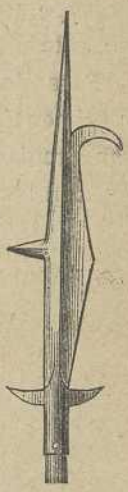


FIG. 195. *Guisard* suizo del siglo XV.



FIGURAS 196 á 198. Partesanas de los siglos XV á XVII.

del tiempo de Jacobo I (siglo XVI), el puñal servía como adorno, para el ataque y la defensa á proximidad, como estaca ó piquete para atar el caballo en el campo, y para dar el llamado "golpe de gracia„ al vencido en el combate; uso, este último, que le valió también el nombre de *misericordia*.

Pasando ahora á las armas puramente defensivas, tenemos que considerar, en primer término, los escudos. En cuanto á su forma, los de la antigüedad eran circulares para la infantería ligera y la caballería, y rectangulares oblongos, con las esquinas matadas, para la infantería pesada. La fig. 179 da una

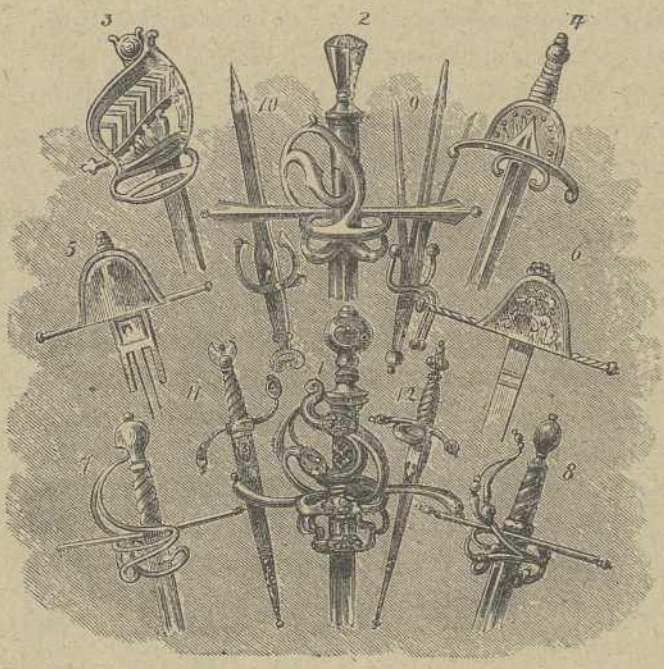
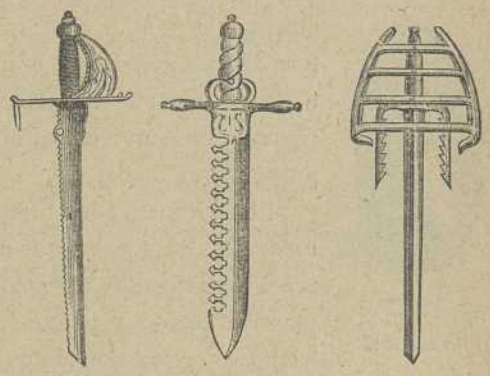


FIG. 199.—Espadas y puñales de los siglos XVI y XVII.

idea de las formas y aspectos más comunes de los escudos durante los siglos XI á XIII; en las épocas posteriores hallamos mayor variedad de formas, entre ellas la circular, como indica la fig. 181. Los materiales con que se hacían, variaban según la nacionalidad y la riqueza del individuo: había escudos de madera revestidos con cuero, que se llamaban adargas cuando eran pequeños, redondeados ú ovalados, y paveses cuando eran oblongos y grandes; y los había también de metal, lisos, repujados ó cincelados. En dicha figura 181, el núm. 1 señala un pavés bohemo, muy en boga durante las guerras de religión del siglo XV; el núm. 2 reproduce un escudo italiano del año 1545, hecho de hierro y plata, con figuras y otros adornos repujados ó abollados; el núm. 3 ofrece la vista lateral de un escudo alemán redondo, de hierro abollado, pero liso, y el 4 representa otro con relieves artísticos, que

perteneció á Barbarigo, dux de Venecia. Nuestra Armería Real, en Madrid, contiene preciosos escudos de este género, principalmente trabajos alemanes é italianos del siglo XVI.

Según Tácito, los germanos adornaban sus escudos con pinturas, que representaban, ora el arma con la cual habían realizado alguna proeza ó acto heroico, ora la cabeza de un animal que habían cazado, y también otras figuras ó adornos más sencillos. De esta costumbre nacieron los llamados escudos de armas de las familias nobles, que tuvieron al principio un carácter puramente personal, pero que desde el siglo X, cuando se generalizaron los torneos, se hicieron extensivos á la familia y fueron hereditarios. A la sencillez de los escudos de armas primitivos se refiere el antiguo lema francés: *Qui porte le moins, est le plus* (es más el que menos lleva). Las divisas ó señales militares de la antigüedad romana cedieron el puesto á las banderas para la infantería y á los estandartes para la caballería (fig. 171); estos nombres llegaron á aplicarse á determinadas divisiones ó compañías de tropa, significando, por ejemplo, una bandera cien infantes, y un estandarte treinta ó cuarenta jinetes armados.



FIGURAS 200 Á 202.—Puñales siniestros.

Antes de la introducción de las armas de fuego, y á comienzos del siglo XVI, desempeñaban las armaduras papel muy principal en el equipo del hombre de armas, especialmente del caballero, y por esto hemos de tratar de ellas con alguna detención.

La parte de la armadura que cubría la cabeza, que designaremos con el nombre genérico de *casco*, y que, andando el tiempo y según su forma, construcción y destino especial, recibió en España los nombres de yelmo, morrión, bacinete, almete, celada y capacete; el casco, decimos, en los primeros siglos de nuestra Era, y hasta el XI, se diferenció poco de los de los griegos y romanos antiguos. En tiempos de Carlomagno se llevaban cascos de forma redondeada con una cresta, viseras ó alas anterior y posterior, y carrilleras. Hacia fines del siglo XI, el caballero llevaba encima de la cabeza, revestida con una gorra de malla, un casco sencillo de hierro, de forma cónica (fig. 179), con una platina saliente para proteger la nariz, y á veces la cota de malla (de que hablaremos luego) se prolongaba hacia arriba, protegiendo el cuello y la parte posterior, sujetándose á dicho casco cónico como indica la fig. 203. Los cascos orientales de tiempos posteriores ostentan formas muy parecidas á las usuales durante las cruzadas; circunstancia atribuible á lo poco que varía la

moda en Oriente. En la fig. 182, el núm. 1 señala el casco de un príncipe mogólico, ricamente damasquinado con oro, que se encontró sobre el campo de batalla de Koulikowo, en el cual el príncipe ruso Iwanowitsch aniquiló á los mogoles el año 1380; el núm. 2 reproduce un casco tártaro de hierro, con ricos adornos de oro, cogido en Erzerum; mientras que el núm. 5 representa un casco persa del año 1700, damasquinado y provisto, como los anteriores, de la platina protectora de la nariz, y además de un tejido de malla que cubre las partes posterior y laterales de la cabeza y el cuello. En la fig. 183, en cambio, y en los números 11 *a*, y 11 *b*, tenemos, en vista lateral y anterior, un casco indo-mahometano, de forma particular, que recuerda la del gorro frigio; el original está completamente dorado y cincelado, ostenta además adornos calados y piedras preciosas, y tiene la platina protectora de la nariz. Como veremos más adelante, el casco ó yelmo del caballero europeo alcanzó su mayor perfección, en cuanto á su construcción y forma, en tiempos del emperador Maximiliano, "el último caballero„ como le llamaban, ó sea á fines del siglo XV. Por el pronto, conviene que estudiemos el desarrollo de la armadura propiamente dicha.



FIG. 203. Casco cónico alemán del siglo XI.

Los pintores y escultores modernos cometen con frecuencia errores de bulto al tratar asuntos históricos, y suelen representar á los cruzados revestidos con brillantes armaduras de metal plano abollado y yelmos adornados con soberbias plumas. El hecho es que semejantes armaduras no existían en aquella época, es decir, antes del siglo XIV: desde el VIII hasta el XI inclusive, la armadura consistió en una especie de jubón de cuero ó terliz (tejido listado especial de hilo ó algodón), cubierto con pequeños anillos de hierro cosidos al material, y diferenciándose sólo de la antigua *loriga* romana en que la parte metálica de ésta se componía generalmente de cadenillas, y no de eslabones sueltos. Homero menciona ya este jubón de cadenitas ó loriga entre las armaduras de griegos y troyanos. En el siglo X apareció el jubón de escamas, en el cual el cuero ó la tela se hallaba cubierto con laminitas ovaladas ó rómbicas de hierro ó cuerno, dispuestas (cosidas) como las escamas de los peces, esto es, montando una fila sobre la inferior inmediata; este jubón siguió llevándose durante los siglos XI y XII, y hasta en el XIII, llamándose al principio *brunia;* pero este nombre solía aplicarse también al jubón de anillos, y más tarde á la cota de malla propiamente dicha, mientras que dicho jubón de escamas recibió el nombre de *brigantina*, que en los siglos XIV y XV se hizo extensivo á la armadura de los tiradores de arco y de tropas irregulares. Desde el siglo XI al XIII inclusive eran comunes en Francia é Inglaterra los jubones de discos ó placas; es decir, cubiertos con filas ó series de pequeñas placas redondas ó rectangulares de hierro, cosidas al cuero por medio de tendones de buey. En

el siglo XIII se introdujo también el llamado *corazino* ó *jazerino* (en italiano *ghiazzerino*), que consistía en una especie de jubón de tela de color, revestido interiormente con escamas metálicas, cuyos ribetes dorados se destacaban al exterior sobre la tela; un ejemplo de este género de armadura nos lo ofrece el núm. 4 de la fig. 182, en hombros de un soldado ruso del siglo XV; el original es de terciopelo encarnado, y las cabezas visibles de los ribetes están cinceladas; el casco consiste en este caso en terciopelo acolchado, y tiene una platina de hierro para proteger la cara. La armadura mogólica que se ve en el mismo grabado (núm. 3), y corresponde al siglo XIV, ostenta placas rectangulares de hierro sobre una base de malla; el casco es de acero con adornos incrustados en oro. El jubón ruso de la fig. 181 (núm. 12) es también de malla, cubierta con placas de hierro, siendo trabajo del año 1550.

Entre las modificaciones del primitivo jubón de anillos, vióse en el siglo IX y los siguientes uno cuyos anillos estaban dispuestos en series muy apretadas, horizontales y paralelas, de tal modo que los anillos de una fila se inclinaban hacia un lado, mientras que los de la siguiente estaban vueltos hacia el opuesto. Un aspecto menos grato á la vista ofrecía otra clase de jubón ó armadura en los siglos XIII á XV, en la que las series de anillos alternaban con gruesas tiras de cuero, las cuales tapaban las costuras. Pero si hemos de creer ciertas poesías antiguas, parece que ya en el siglo IX ó X se llevaron acá y allá algunas *cotas de malla*, propiamente dichas, ó sean jubones ó armaduras formadas con una especie de tejido de alambre. Sin embargo, las cotas de malla tan bien trabajadas que se ven en los museos y armerías, son de fecha muy posterior, pues hasta principios del siglo XIV se producía el alambre á martillo y resultaba naturalmente mucho más desigual que el que se hizo más tarde con el torno de estirar. Según algunos, la cota de malla verdadera se introdujo en Europa desde el Oriente por el tiempo de la tercera cruzada, esto es, á fines del siglo XII; pero de todos modos no se generalizó su uso hasta que el alambre se produjo por estiramiento. Con la aparición de las armas de fuego en el siglo XIV introdújose el acero como material para las armaduras, y la cota de malla flexible fué cediendo el puesto á las piezas de metal rígido; hacia el año 1370 hallábase adoptada la armadura completa de plancha, que recibió su desarrollo más artístico durante el siglo XV.

Las figuras 204 y 205 representan las partes anterior y posterior de una armadura completa de caballero del tiempo del emperador Maximiliano (último tercio del siglo XV y principios del XVI), cuya descripción haremos, siguiendo la numeración que llevan las diferentes piezas en ambos grabados. 1. En el yelmo se distingue el casco propiamente dicho (1, *a*), con agujeros detrás de los oídos para la mejor percepción de los sonidos; la cresta ó cimera (2), poco saliente por regla general, y cubierta por grandes plumas que se fijaban en un tubito, *b*, detrás de la cabeza; la visera (3) destinada á proteger

la cara y susceptible de alzarse y deprimirse, girando sobre dos ribetes (3, *c*); componíase de una, dos o más piezas, y variaba bastante de forma (compárese la lámina XI), teniendo aberturas para la vista (3, *a*), y otras para la respiración (3, *b*); á la visera se sujetaba una pieza especial que cubría la barba, llegando hasta el nivel del labio inferior, de modo que se podía beber con sólo alzar aquélla, y dicha pieza se unía por otra parte con una que protegía la garganta (5), y que, lo mismo que la pieza posterior, correspondiente á la nuca (5, *a*), estaba formada de diferentes láminas unidas entre sí de modo á no estorbar demasiado los movimientos de la cabeza; 7 señala la gola, pieza muy importante, que constituía la clave de la armadura y solía componerse de tres partes, reunidas por goznes, que se apoyaban sobre los hombros y la parte superior del pecho y de la espalda. Había yelmos que carecían de las piezas señaladas con 5 y 5 *a*, en cuyo caso encajaban directamente sobre la gola. Esta tenía que ponerse siempre antes del yelmo, y las piezas que cubrían el tronco, las cuales se sujetaban á ella por medio de correas. La coraza (8) se componía de una pieza pechera (9), y otra que cubría la espalda (13); la pechera varió bastante de

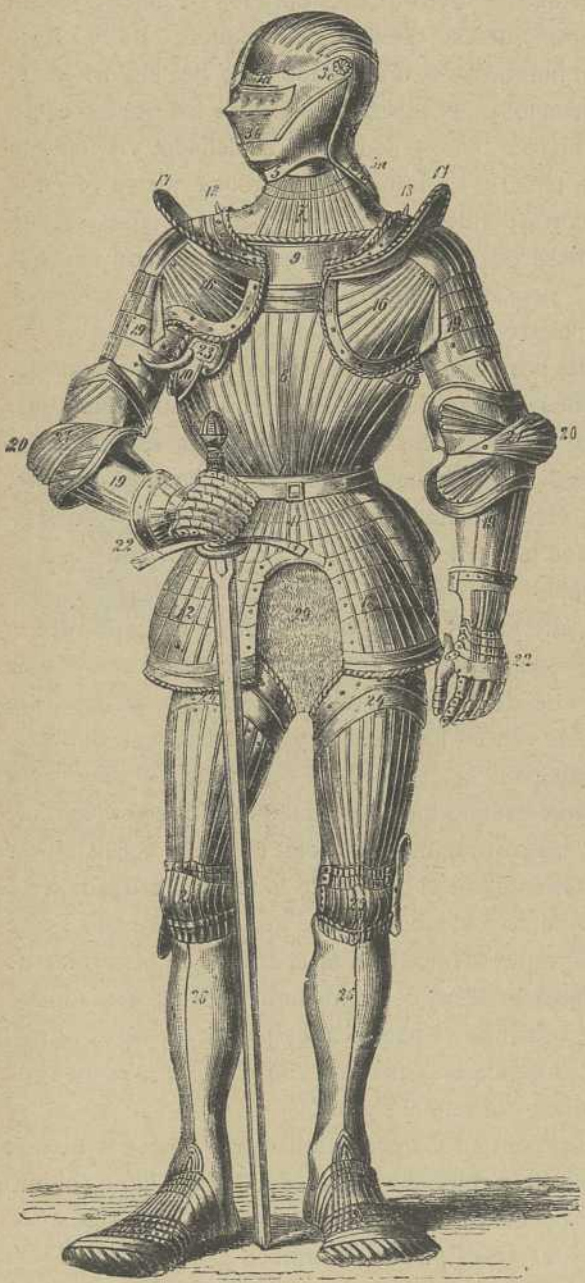


FIG. 204.—Armadura completa de caballero; vista anterior.

forma en diferentes épocas, distinguiéndose siempre por una cresta más ó menos saliente, destinada á parar los golpes de espada ó de lanza; constaba, por regla general, de una sola plancha de acero; pero á veces su mitad inferior estaba compuesta de varias platinas susceptibles de cierto movimiento, y se daban también corazas enteras hechas, tanto anterior como posteriormente, de diferentes piezas móviles, es decir, capaces de deslizarse una sobre otra, como las placas del caparazón caudal del cangrejo ó la langosta. En la coraza se reservaban las aberturas correspondientes á los brazos, reforzándose sus bordes con platinas (10). Debajo de la coraza cubría el cuerpo del caballero, primero un jubón ó camiseta de gamuza muy bien ajustada, y sobre esta prenda una cota de malla muy fina (29), que protegía el abdomen y el asiento; igualmente se revestían las piernas con calzones ó pantalones estrechos de gamuza. La falda de la armadura (11 y 14), que se desarrollaba debajo del cinturón (15) cubriendo el abdomen en parte y la región lumbar, se componía de muchas platinas móviles,

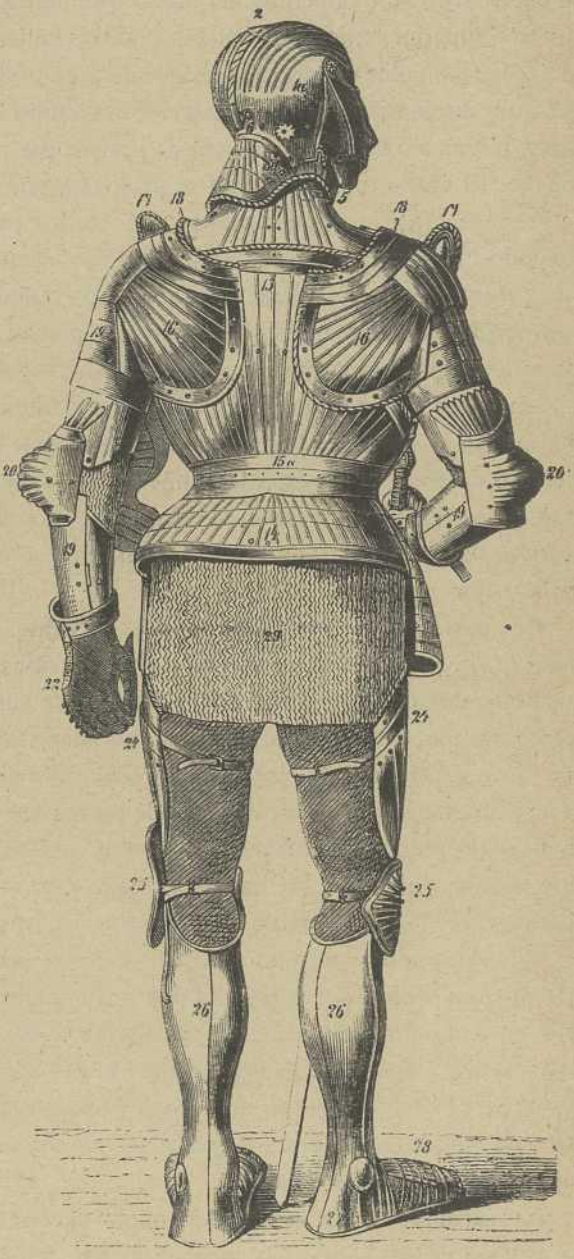


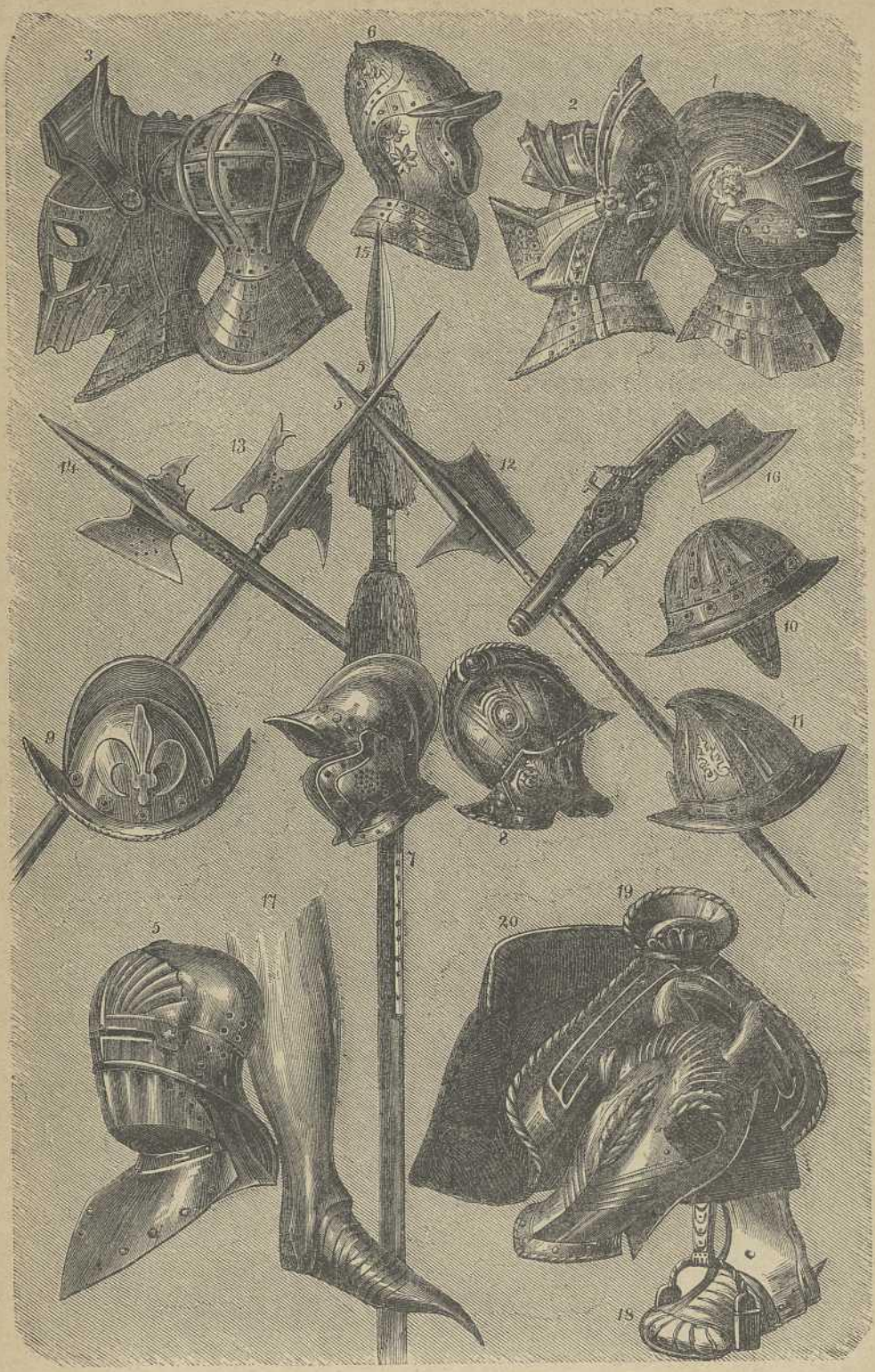
FIG. 205.—Armadura completa de caballero; vista posterior.

y á veces las partes señaladas con 12 eran piezas distintas. Sobre la coraza se colocaban las piezas axilares ó de los hombros (16), sujetándolas por medio

de clavijas (18), ó de correas. En la espalda, dichas dos piezas eran iguales; pero delante, sobre el pecho, la de la derecha era más pequeña, con el fin de no estorbar los movimientos del brazo que manejaba la espada y la lanza. En la parte superior tenían dos sólidas platinas salientes y encorvadas hacia arriba (17), destinadas á parar los golpes de pica y alabarda en el combate. Algunas armaduras carecían de piezas axilares como las descritas, teniendo en su lugar piezas anulares de platinas de acero, que resguardaban el hombro y el sobaco. El brazo y el antebrazo se protegían por medio de dos piezas á modo de mangas (19), compuestas cada una de dos partes, y se unían en la región del codo mediante una pieza articulada de forma algo complicada (20 y 21), que permitía doblar y volver el brazo. Los guanteletes (22) eran de gamuza, guarnecida exteriormente con numerosas placas de acero, de modo á facilitar los movimientos de la mano; algunos tenían todos los dedos sueltos, mientras que en otros, dichos guanteletes de puño estaban unidos los cuatro dedos, y suelto sólo el pulgar. El guantelete propiamente dicho tenía una manopla de hierro ó acero que protegía la muñeca. Mencionaremos en este lugar el ristre (23), ó sea un hierro á manera de gancho que iba sujeto al peto, en el lado derecho de la coraza, y en el cual se encajaba el cabo de la lanza para afianzarla mejor.

La parte de la armadura correspondiente al muslo lo constituía una pieza (24), que sólo abrazaba la parte anterior de la pierna, dejando libre la posterior, como indica la fig. 205, en donde se sujetaban las correas; superiormente la pieza del muslo tenía dos platinas transversales móviles. La pieza que protegía la rodilla (25) era parecida á la del codo, pero más flexible, es decir, compuesta de mayor número de piezas. Desde la rodilla abajo, la pierna se protegió primero, lo mismo que el muslo; pero más tarde se adoptaron piezas enteras (26) que, á manera de cañón, envolvían todo el miembro, y se abrían y cerraban por medio de charnelas. A su parte inferior sujetábanse los zapatos, formados con platinas que permitían el juego del pie; en la época á que nos referimos eran estos zapatos muy anchos en su parte anterior, como se observa también en la fig. 18 de la lámina XI; pero anteriormente, es decir, desde el siglo XII hasta la segunda mitad del XV, las armaduras tenían zapatos de pico (lámina XI, 17), una moda procedente de Hungría, según unos, y según otros de Inglaterra, y que predominaba también en la hechura de los zapatos ordinarios de cuero.

Las armaduras de la segunda mitad del siglo XVI se caracterizaban por la riqueza de sus adornos cincelados, pero también, en general, por el peso excesivo de sus diferentes piezas, las cuales se hacían, en efecto, más gruesas y sólidas, á fin de ofrecer más resistencia á los proyectiles de las armas de fuego, cuyo empleo se iba generalizando cada vez más. Hermosas muestras de las armaduras de esta época se conservan en la Armería Real de Madrid; nos



Cascos, piezas de armadura y otras armas de los siglos XV y XVI.

referimos más especialmente á las que pertenecieron á Carlos V y á Felipe II, y son verdaderas preciosidades artísticas.

Sobre la armadura llevaba el caballero un manto de terciopelo ó de seda, con los colores de su dama predilecta; un cinturón estrecho sujetaba dicha prenda, mientras que otro más ancho, con ricos adornos de oro, sostenía la espada en el lado izquierdo, y en el derecho la daga ó puñal. A veces se sujetaba á este cinturón el escudo usado en los torneos, para que se llevara más cómodamente fuera de la plaza. Las vainas de las dagas en los siglos XV y XVI tenían además un pequeño cuchillo y una lezna, instrumentos que se necesitaban con frecuencia para cortar y perforar las correas al tiempo de revestir la armadura. Las espuelas de los caballeros eran de oro ó de plata dorada, mientras que los ayudantes nobles ó maestros de armas de los caballeros las llevaban de plata. Merced, sin duda, á su valor intrínseco, se conservan ya pocas de estas espuelas, que eran de punta sencilla como las orientales, ó tenían rodajitas de forma más ó menos caprichosa. La fig. 206 representa una espuela del siglo X; la 207 una de cobre dorado, combinado con un estribo, que perteneció al duque Cristobal de Baviera (siglo XV); y la 208 una espuela alemana del siglo XVI, con tres rodajitas.

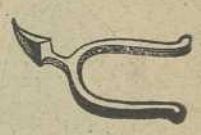


Fig. 206.—Espuela alemana del siglo X.

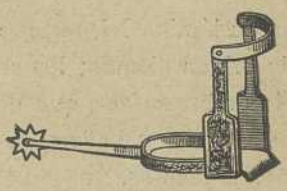


Fig. 207.—Estribo y espuela combinados del siglo XV.

El peso de una armadura del género descrito, sin el casco ó yelmo, variaba entre 20 y 26 kilogramos. Un casco pesaba de 2 á 4,8 kilogramos; una cota de malla, de 4,8 á 7,6; un escudo, de 3,2 á 6; y una espada, de 1,2 á 2,8; de modo que entre armadura y armas, el caballero tenía que soportar una carga de 31,2 á 47,2 kilogramos. Cuando se considera que con peso semejante sobre el cuerpo había que manejar una lanza de suyo pesada, ejecutando á caballo maniobras que suponían mucha destreza, no parece extraño que la educación de un caballero empezara á los ocho años, para acabar sólo cuando cumplía veintiuno.

Como indicamos anteriormente, el yelmo, que en los tiempos caballerescos no se consideraba como parte integrante de la armadura, variaba bastante en su forma y construcción. En el siglo XIV, más especialmente, adquirió proporciones á veces descomunales, siendo generalmente de forma cónica y con una visera saliente y puntiaguda, de una sola pieza. El yelmo ó bacinete que reproduce la fig. 209, y se conserva en la armería de la Torre de Londres, ofrece un ejemplo del tipo en cuestión, y corresponde al año 1360. De los yelmos que figuran en nuestra lámina XI, pertenecientes todos á los siglos XV y XVI, el señalado con el núm. 1 corresponde á

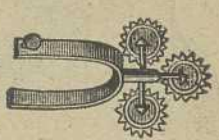


Fig. 208.—Espuela alemana del siglo XVI.

una armadura acanalada y tiene también la visera de una pieza; el núm. 2 pertenece á una armadura alemana lisa, y ostenta una visera en tres piezas y una gola; el núm. 3 es un yelmo español con visera compuesta de cuatro piezas: los tres corresponden á la primera mitad del siglo XVI. El núm. 4 es un yelmo especial de principios del siglo XV, hecho de hierro dorado, que se usaba en los torneos y las justas de carácter divertido, es decir, en los que se usaban lanzas sin punta y espadas cortas, despuntadas y sin filo; de aquí las aberturas tan grandes de la visera, que tiene analogía con la reja de una ventana. En los torneos y las justas de carácter serio, esto es, en los que los caballeros reñían con sus armas de combate, se usaban yelmos de forma especial y muy sólidos, con peso de 8,5 á 9 kilogramos, mientras que los de combate ó de guerra sólo pesaban de 3 á 5 kilogramos. La fig. 210 representa uno de dichos yelmos de justa ó torneo, de procedencia inglesa y correspondiente al año 1450; y en la lámina XI, reproducimos (núm. 5), otro del mismo género y siglo, pero de origen alemán; los cronistas franceses designaban semejantes yelmos con el nombre *salade*, que deriva sin duda del español *celada*. Algunos príncipes de la época caballeresca solían desplegar en sus armaduras, y particularmente en sus yelmos, un lujo extraordinario; por ejemplo, en su memorable entrevista con Luis XI de Francia, el duque de Borgoña llevaba un yelmo (celada), adornadocon oro y pedrería, que le había costado más de 350.000 pesetas; el yelmo que figura en nuestra lámina XI, con el núm. 6, es una hermosa pieza italiana, cincelada, que perteneció á Ascanio Sforza-Pallavicino, el cual tomó parte en la célebre batalla de Lepanto; y basta contemplar algunos yelmos ricamente abollados, incrustados y cincelados, de la pertenencia de Carlos V, Felipe II, el duque de Alba, etc., que se conservan en nuestra Armería Real, para formar un concepto del gran valor artístico que representan.



FIG. 209.
Bacinete del año 1360



FIG. 210.—Yelmo inglés de torneo; año 1450.

Nuestra lámina XI reproduce también varios morriones, borgoñonas, cascos de marina, etc. Los números 7 y 8 señalan borgoñonas, suiza la una é italiana la otra, y el núm. 9 un morrión alemán, todos correspondientes al siglo XVI; la flor de lis que ostenta el núm. 9 no se refiere á Francia, sino que es el símbolo de la Virgen María. El nombre *borgoñona* tuvo su origen en Borgoña, mientras que nuestro *morrión* se deriva probablemente de la voz *morro*, que significa, entre otras cosas, cualquier cosa redonda cuya

figura sea semejante á la de la cabeza. Dichos cascos los llevaban principalmente los arcabuceros montados; las borgoñonas en Suiza é Italia, los morriones en España, Italia y Francia. También solían usarlos los caballeros (especialmente los morriones), en lugar del pesado yelmo, para dar descanso á sus hombros, sobradamente cargados. El núm. 10 representa el casco de un oficial de marina italiano, del siglo XVI; está hecho de acero bruñido, y perteneció probablemente á un capitán del tiempo del célebre Andrea Doria, de Génova. El capacete ó bacinete que señala el núm. 11 es de los que llevaban los mosqueteros y arcabuceros de á pie en el siglo XVI; toda la infantería de Francisco I de Francia llevaba estos *cabassets*, como se llamaban allende los Pirineos.

El caballero de los siglos de que tratamos cuidaba, no sólo de la defensa de su propio cuerpo, sino también de la protección del caballo que montaba, cubriendo la parte anterior de la cabeza del animal, así como su cuello, pecho y cuarto trasero, con piezas de plancha, de forma y construcción adecuadas. Nuestra Armería de Madrid ofrece también buenos ejemplos de la armadura del caballo. En tiempos de Maximiliano I parece que se llevó el cuidado hasta el extremo de revestir con hierro las piernas del caballo; pero los casos debieron ser raros, y se originaron sin duda en el empeño de algunos armeros por lucir su habilidad construyendo piezas difíciles. Con el núm. 19 figura en la lámina XI lo que podría llamarse un yelmo de caballo, ó sea la pieza que cubría la cara del animal, incluso las orejas. El núm. 20 señala una silla de montar, también de fines del siglo XV ó principios del XVI, que tiene analogía con las que usan nuestros picadores, así como con las que se emplean en Oriente (véase fig. 183, núm. 15).

En el siglo XVI, según ya dijimos, alcanzó la armadura su mayor desarrollo y perfección; pero como se hacía cada vez más evidente que la protección que ofrecía contra las armas de fuego no guardaba proporción con su excesivo peso, fueron abandonándose, una tras otra, las diversas piezas que la componían. Con la supresión del revestimiento de las piernas resultaron, en primer lugar, las llamadas medias armaduras; más tarde se suprimió el revestimiento de los brazos y las piezas axilares, conservando tan sólo la coraza y el casco, y aun éstos únicamente para la caballería, vistiendo los infantes jubones de cuero, con cuello de acero ó hierro bruñido. En algunos países, la coraza y el casco de metal se han conservado hasta nuestros días en determinados regimientos de caballería.

EL ARTE DE LA ARMERÍA

Dada la importancia que antiguamente se atribuía á las armas blancas, el armero ó artífice que las forjaba gozaba de mucha consideración. Su arte, necesariamente rudo en un principio, adquirió desarrollo notable en tiempos de las cruzadas, merced á la introducción en Europa de armas orientales, de calidades y construcción superiores á las del Occidente.

Varias leyendas y epopeyas antiguas nos hablan de tal ó cuál armero célebre; cantan las milagrosas propiedades de las espadas de sus héroes, y refieren los procedimientos singulares empleados para construirlas. Las espadas tenían sus nombres: la de Oliveros se llamó Altecler; la de Rolando, Durindana; la de Siegfried, Balmung; la de Carlomagno, Joyeuse; la de Guillermo de Orange, Choyeuse, etc.; y de algunas se conservaba la historia entera. Una espada célebre en la tradición alemana, y llamada *Mistelstein*, había matado 2.400 hombres. La gran epopeya de los *Nibelungen*, la "Ilíada alemana„, como se le llama, refiere el singular empeño del armero Wieland por excederse á sí mismo en su arte: "Wieland, dice, hizo una espada que agradó bastante al rey Nidung; pero Wieland no estuvo contento con su obra. La redujo á polvo con una lima, echó el polvo en leche, lo amasó con harina y cebó con la masa unas aves. Después recogió los excrementos de éstas, los colocó en la lumbre de su fragua y sacó por fusión el hierro, con el cual hizo otra espada más pequeña que la primera. Entonces hizo con ella una prueba: se fué con el rey al río, y echando sobre el agua un copo de lana de dos piés de espesor, dejó que la corriente lo impulsara contra el filo de la espada, con lo cual quedó dividido el copo. Pero Wieland aún no se mostró satisfecho. Redujo nuevamente la espada á polvo, lo amasó, dió de comer á las aves y fundió el excremento. Entonces forjó una hoja que adornó con oro, y una preciosa empuñadura, y repitiendo la prueba, cortó con ella un copo de lana de tres pies de espesor. En esto se le presentó el célebre armero Amilas, revestido con una armadura de su propia hechura, retando á Wieland á que probara su espada en ella. Wieland asestó un golpe sobre el yelmo, y atravesó la cabeza, el pecho y el abdomen; al preguntar á Amilas si había sentido el corte, le contestó: "Paréceme como si corriera por mi cuerpo agua fría„; entonces le dijo Wieland que se sacudiera, y al hacerlo cayó en dos pedazos„. Semejantes espadas, preciso es confesarlo, no las hacemos hoy con todos nuestros adelantos técnicos.

La institución de la "caballería„ contribuyó en Europa poderosamente, durante la Edad Media, á los progresos de la armería. Desde el siglo XIII se hicieron célebres los fabricantes alemanes de armas blancas en Nürenberg,

Solingen, Herzberg y Passau, distinguiéndose más especialmente los de Solingen por las mejoras introducidas en la forma, el temple y los adornos de las hojas de espada. Los armeros tenían sus marcas especiales, siendo una de las más célebres la llamada del lobo (fig. 211), que se originó en Passau (Austria) el año 1349, pero que se adoptó también en Solingen. Las hojas dichas "de lobo„ se apreciaban muchísimo, y todavía se encuentran algunas muy antiguas entre las gentes del Cáucaso, al lado de otras procedentes de Toledo, según indican las inscripciones que llevan grabadas. En efecto; las armas blancas toledanas gozaban aún de mayor fama que las alemanas, francesas é inglesas, celebrándose entre las obras de otros muchos artífices españoles de Toledo, las de los maestros *Juan Martínez* y *Andrés Ferrara*. Hablamos más arriba incidentalmente de inscripciones en las hojas de espadas, y añadiremos ahora que la costumbre de grabar en las mismas el nombre del armero, del dueño y hasta cortas sentencias apropiadas, es muy antigua; con la invención del grabado al agua fuerte se facilitó mucho semejante trabajo, y la consecuencia fué que en el siglo XVI se llevó el uso hasta la exageración, grabando en las hojas de espada rezos enteros, árboles genealógicos, calendarios, etc. También desde tiempos antiguos ha sido célebre el Oriente por las armas blancas que producía, empleando al efecto, á lo que parece, un acero especial, preparado en la India, y que se conoce todavía con el nombre de *wootz*. Hemos de tratar más adelante de las armas de Damasco.



FIG. 211.—Marca de los espaderos de Passau.

La cota de malla propiamente dicha, ó sea una especie de tejido de anillos de hierro que se sostenían mutuamente, se produjo en Europa, como ya dijimos, desde el siglo XIV, después de inventarse el estirado del alambre. En el Oriente se hizo este género de armadura mucho antes, revelando mayor habilidad en forjar el alambre y los anillos, los cuales se formaban allí por medio de cuños ó matrices especiales, remachándose los extremos de modo que la unión tenía la figura de un grano de cebada, de donde proviene la expresión francesa *cotte de mailles à grain d'orge*. Cuando se examinan de cerca las armaduras de este género, especialmente las más finas, ya sean de origen oriental ó europeo, causa admiración la habilidad y, sobre todo, de la paciencia de que dan prueba, especialmente considerando los toscos medios de que disponían aquellos artífices.

Pero con la introducción, en el mismo siglo XIV, de las armaduras de plancha, se desarrolló un arte más complejo y difícil que aquél, puesto que consistía principalmente en forjar delgadas planchas de hierro ó acero, y luego adaptarlas á la figura humana, bien abollándolas á fuerza de golpes de martillo, bien ribeteando entre sí diferentes tiras de ellas, de modo que la pieza compuesta no impidiera las flexiones ó los movimientos del hombre. Merced á nuestros adelantos mecánicos, semejante arte ha degenerado casi

por completo, y sólo con la ayuda de máquinas especiales lograrıase hoy formar *de una sola pieza* un casco de hierro ó acero, es decir, la copa misma de un yelmo, tal como se formaba á mano en la Edad Media; el mero hecho de que semejante casco no ostenta pegadura ó soldadura alguna, puede aducirse



FIG. 212.—Taller de un armero en tiempos del emperador Maximiliano I.

como prueba de su legítima antigüedad. Nuestros comerciantes de antigüedades dividen con frecuencia en dos partes yelmos legítimos lisos, con el objeto de adornarlos con hermosas figuras en relieve por medio de la abolladura, prestándoles mayor valor, soldando luego las dos mitades; el armero de la Edad Media no necesitaba recurrir á semejante división, sino que sabía repujar

las figuras en la pieza entera. El armero que no era capaz de producir una armadura completa, no podía (según una pragmática de Viena del año 1439) llamarse maestro de su arte. En la época de florecimiento de éste, ó sea á fines del siglo XV y principios del XVI, las armaduras de plancha se llevaban enteramente bruñidas, ó bien por completo pavonadas en azul ó pardo, pintadas con listas blancas y negras, doradas ó revestidas con terciopelo; lisas, acanaladas, ó adornadas con figuras repujadas en relieve, dibujos calados, y también con esmaltes. Una historia del emperador Maximiliano I, titulada *Weisskunig*, y redactada bajo su dirección, se ocupa preferentemente del arte que nos ocupa, y nos ofrece una vista del taller de un armero de la época, que reproducimos en la fig. 212. Aun cuando tan modesto establecimiento industrial dista mucho de responder á nuestro concepto de una fábrica, el número de semejantes talleres en determinados centros era tal, que á veces hacían frente sus artífices á las necesidades más apremiantes; para sólo citar un ejemplo, diremos que después de la batalla de Macolo (11 de Octubre de 1427), los armeros de Milán proveyeron en pocos días de armaduras y demás armamento nada menos que á 4.000 jinetes y 2.000 infantes. Los maestros más célebres en la producción de armaduras de plancha eran alemanes é italianos. Entre los primeros mencionaremos á *Desiderio Kollmann*, de Augsburgo, *Lorenzo Plattner* y *Guillermo Seussenhofer*. Kollmann se distinguió más especialmente por sus hermosos yelmos; vivía aún en el año 1532, y produjo, entre otras obras, algunas piezas de la armadura del príncipe español Felipe (más tarde Felipe II), por las que se le pagaron 600 coronas de oro; en Dresden se conserva una armadura para caballero y caballo, ricamente adornada con oro, que se atribuye á Kollmann, y perteneció al príncipe Christián I, habiéndole costado la friolera de 52.500 pesetas. Plattner se vió muy considerado y favorecido por el emperador Maximiliano I, á quien solía acompañar en sus expediciones. *Seussenhofer* vivía en las cortes de Carlos V y Fernando I, y construyó para ambos monarcas armaduras preciosas, á cuyo adorno contribuyeron artífices de Augsburgo; murió dicho armero en 1547, gozando de la mayor consideración. Las relaciones tan estrechas que existieron entre España y Alemania en tiempos de Carlos V y sus sucesores, dieron lugar en muchos casos á que las obras de armeros alemanes se introdujeran en nuestro país, donde después se han atribuído á artífices españoles ó italianos; el barón de Werthern, un tiempo embajador de Prusia en Madrid, ha comprobado, mediante documentos auténticos, que la mayor parte de las hermosas armaduras conservadas en nuestra Armería Real, son obras alemanas. Entre los armeros italianos más acreditados debemos citar á *Filippo Nigroli* y su hermano, que trabajaron para Carlos V y Francisco I; *Giovanni Ambrogio*, el Viejo, *Bernardo Civo*, y el milanés *Hieronymus Spacini*, que labró el célebre escudo de



FIG. 213. Marca de los armeros de Augsburgo.

Carlos V. Los fabricantes de armaduras tenían, como los de espadas ya referidos, sus marcas; como muestra damos en la fig. 213 la de los de Augsburgo.

Los armeros persas producían antiguamente hermosos cascos, como los reproducidos en la fig. 182; y, en general, los orientales eran célebres por los adornos de sus armas, especialmente las incrustaciones (figura 214), cuyo arte se propagó á Europa, y floreció en el siglo XVI en Milán y Venecia. Se distinguen dos maneras de incrustación: una, la más duradera, según la

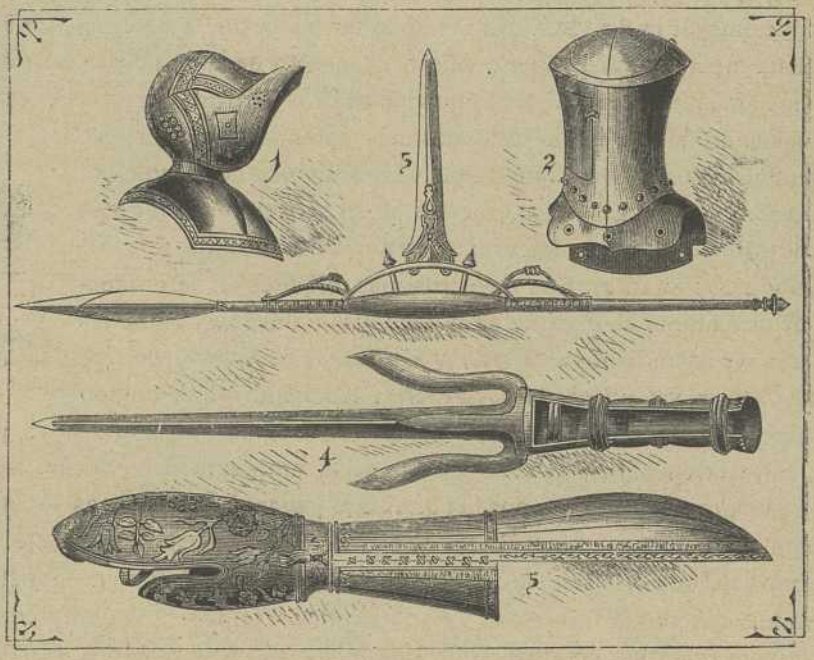


FIG. 214.—Armas árabes, incrustadas.

cual los adornos de oro ó plata se encajaban ó engastaban en el hierro ó acero, sin sobresalir de la superficie de éste; y otra que producía adornos más ó menos salientes. Maestros en este arte fueron los italianos *Figino*, *Ghinello*, *Pellizoni*, *Piatti* y otros. En Marruecos prevalece todavía una incrustación original de las armas, que se distingue por la combinación de la plata con el cobre. Por último, debemos mencionar un arte esencialmente oriental, que consiste en la elaboración del hierro *en frío*; los escudos indios, por ejemplo, se componen siempre de dos piezas, la central y la periférica, unidas en frío bajo el martillo; cuantos menos adornos lleva un escudo de hierro indio, tanto más se aprecia, pues su presencia, sobre todo si son muchos é irregulares, es prueba casi infalible de que el artífice quiso disimular con ellos alguna grieta ó defecto en su obra.

FABRICACIÓN DE ARMAS BLANCAS

La serie de operaciones necesarias para formar una hoja de espada ó sable es, en general, la misma que se sigue en la construcción de otros instrumentos cortantes, y el material es en todos los casos una mezcla de hierro y acero. Una barra de hierro dulce se coloca entre dos barras de acero, y las tres se pegan á fuego de modo á formar una pieza sólida, que se corta por medio; las dos mitades se colocan una sobre otra y se vuelven á pegar, resultando una barra con una doble capa de acero en su parte media, que es necesaria para la formación ulterior del filo. Esta barra tiene próximamente las dos terceras partes del largo y ancho de una hoja de espada terminada, siendo una mitad más gruesa que ésta. La espiga, mediante la que se une la hoja á la empuñadura, se forma, por lo general, con un pedazo de hierro que se pega sólidamente en un extremo de dicha barra, dándole luego la forma necesaria por medio del martillo. Hecho esto, se procede á forjar la hoja misma, es decir, á estirar la barra en cuestión sobre el yunque hasta sacar próximamente la forma deseada, adelgazándola de una manera gradual desde la espiga á la punta, y también en sentido transversal desde el dorso al filo, ó desde la parte media hacia ambos lados, si ha de resultar con dos filos. Después de esta primera labor, durante la que la hoja pasa unas cinco veces por el fuego, se produce en sus dos lados, y por medio del martillo, en unión con matrices adecuadas, las acanaladuras longitudinales que le prestan mayor ligereza, operación durante la cual se vuelve á caldear la hoja unas tres veces. Luego procede el armero á adelgazar el filo, amartillándolo sobre el yunque, con lo cual, y merced al estirado unilateral, se produce naturalmente la encorvadura de arma; tratándose de una espada derecha, hay que evitar semejante curvadura, mediante los golpes correspondientes en el lado del dorso. Estas operaciones suponen otros tres ó cuatro caldeos, y después uno más para acabar la espiga; de modo que, al terminarse la forjadura, la hoja ha pasado por el fuego unas quince veces. Una elaboración en frío con la piedra de amolar ó la lima, que sigue á la anterior, tiene por objeto quitar el óxido y las desigualdades; y desbastada así de primer intento, se procede á templar la hoja, sometiéndola alternativamente al calor y al frío. Al efecto, la hoja caldeada hasta el rojo se hace pasar rápidamente á través de una masa de óxido húmedo (chispas de fragua) y se inmerge en seguida en agua fría, introduciendo primero sus partes más gruesas, ó sea la superior y el dorso; después se obtiene el grado conveniente de dureza y elasticidad calentando la hoja sobre carbones candentes, hasta que aparece en su superficie el color azul claro. Sobre esta delicadaoperación del temple hablaremos más detenidamente en el siguiente capítulo.

La amoladura de las hojas de espada y sable se verifica por medio de grandes piedras giratorias mojadas con agua, aplicándose el dorso y las caras transversalmente al borde de la piedra, mientras que el filo se afila longitudinalmente. Para amolar las acanaladuras laterales simples se emplean piedras muy pequeñas, que giran con gran velocidad, aplicándose la hoja transversalmente contra ellas; tratándose de acanaladuras dobles, las piedras en cuestión presentan en su borde dos relieves paralelos, y la hoja se aplica entonces en sentido longitudinal. En este mismo sentido, y por medio de discos revestidos con esmeril fino, se procede luego al pulimento de las hojas, salvo su parte superior, en una extensión de cinco centímetros próximamente, que se pule al través; y, por último, se produce el bruñido más fino aplicando las hojas contra discos giratorios de madera, previamente salpicados con polvo de carbón vegetal y frotados con una piedra de ágata. Las hojas acabadas se someten á diferentes ensayos para probar su temple, tenacidad y elasticidad. Esta última se prueba apoyando la punta de la hoja contra una base firme, y ejerciendo presión gradual sobre la espiga, de modo que la hoja va encorvándose hacia un lado ú otro; la curvatura debe presentar la forma de un arco de círculo regular, y debe desaparecer por completo cuando se quita la presión, volviendo á quedar la hoja perfectamente derecha; la elasticidad de las hojas de Toledo es proverbial (fig. 215). Otra prueba consiste en golpear fuertemente con el plano de la hoja una mesa sólida ó un madero redondo; pero el ensayo más decisivo, en cuanto al temple, se verifica asestando varios golpes con el filo sobre una platina de hierro de 6 á 8 milímetros de grueso, colocada de canto; si no se produce en el filo mella alguna, puede asegurarse que la hoja tiene buen temple.

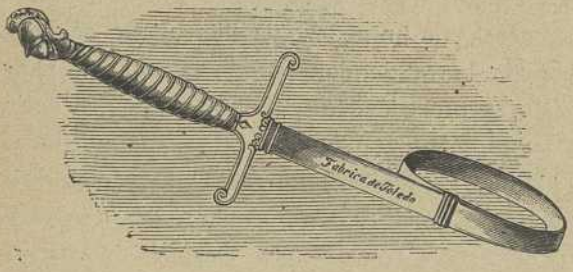


FIG. 215.—Espada toledana.

En muchos casos, las hojas de espadas y sables se someten á otras operaciones que tienen por objeto adornarlas. Se puede producir en su superficie un hermoso matiz azul, calentándolas sobre carbones candentes; mediante el dorado á fuego, es decir, aplicando panes de oro sobre la hoja caliente, y fijándolos por medio de un bruñidor de acero, se producen adornos diversos, dorados, ó brillantes sobre fondo dorado; pero uno de los procedimientos más comunes consiste en cubrir la hoja con una delgada capa de cera, betún ó sustancia análoga, trazar en ésta, con una aguja, los contornos del adorno, la inscripción, etc., quitar luego las partes de la capa correspondientes á los espa-

cios intermedios, y someterlas á los vapores de ácido clorhídrico; con esto, y después de limpiar la hoja por completo, aparece el adorno ó la inscripción en metal brillante sobre un fondo mate ó deslustrado.

Damasquinado.—Tratando del adorno de las armas blancas, es preciso que dediquemos algunos párrafos al damasquinado, ó sea el adorno especial que caracteriza las célebres armas procedentes más particularmente de Damasco (Siria), pero también de otros puntos de Asia; adorno que se halla íntimamente asociado al material mismo de dichas armas. En efecto, el damasquinado no se produce superficialmente, sino que está en la misma masa del metal; de modo que nunca desaparece, aunque se siga amolando dicha masa en profundidad; en otros términos, el damasquinado es el resultado de un método especial de fabricación de las referidas armas, es señal de la buena calidad de éstas, y tiene, por lo tanto, mayor importancia que la que debería atribuirse á un mero adorno exterior. Los turcos y persas distinguen cuatro clases principales de acero damasquinado ó adamascado: el llamado *kirknerdéven*, ó de las cuarenta gradas, ostenta, en la longitud de una hoja de espada ó alfanje, veinte estrías ondulantes transversalmente á las fibras longitudinales del metal, de manera que prestan á la hoja, en cierto modo, el aspecto de una corriente de agua, siendo los colores del metal gris y negro. El *kara khoraçan* presenta gran número de dichas estrías, y es de color casi enteramente negro. El *karatabán* tiene también líneas ondulantes, pero su color es gris negruzco y brillante. Por último, se da el nombre árabe de *scham* á casi todos los aceros damasquinados de clase inferior á las anteriores, no sólo á los procedentes de Damasco y otros puntos de Siria, sino también á los de Constantinopla, que son los menos hermosos. Además de dichas clases, los persas distinguen otras cinco ó seis, entre ellas una con visos de oro; pero en todo el Oriente, el *kirknerdéven* y el *kara koraçan* son los aceros más estimados. Parece que en la India, y más especialmente en Delhi, es donde se ha conservado con más pureza el arte de forjar el acero damasquinado; las mejores hojas de alfanje se atribuyen á *Asad Oullah*, el armero del shah Abbas el Grande.

Respecto del procedimiento seguido por los orientales en la fabricación de sus armas damasquinadas, hay que confesar que nada se sabía en Europa hasta una fecha muy reciente; pues además de que nunca se logró obtener un producto igual al oriental, la solución del problema dada nuevamente en Rusia, y que parece ser la verdadera, demuestra que los métodos ensayados se basaban en premisas erróneas. Las líneas ó dibujos particulares del damasquinado, con sus transiciones de claro á oscuro, dieron motivo á la suposición de que las armas orientales se componían de dos materiales, por ejemplo, de acero y hierro, ó de hierro duro y blando, revueltos entre sí de tal suerte por repetidas operaciones de pega al fuego, que resultaban precisamente aquellos dibujos en la masa misma. Esta suposición fué hasta recientemente el punto de par-

tida de todos los ensayos encaminados á imitar el damasquinado legítimo, y verificados en diferentes épocas en Prusia (Solingen), Francia, Inglaterra é Italia; y de hecho se han producido industrialmente damasquinados, digámoslo así, bastante hermosos, sólo que tienen muy poco ó nada del carácter de los legítimos.

Para producir un cañón de escopeta damasquinado, por ejemplo, el procedimiento seguido hasta aquí en Europa es, en esencia, el siguiente: colócanse una sobre otra, alternando, varillas ó platinas delgadas de acero y hierro, caldeándolas y pegándolas entre sí, y luego estirándolas bajo el martillo; la barra así obtenida se sujeta por un extremo en un tornillo de banco, y se tuerce varias veces en torno de su eje; después se corta en varios pedazos, que se juntan uno sobre otro, y pegan de nuevo á fuego, repitiendo el torcimiento con la nueva barra; por último, se estira ésta bajo el martillo y divide en tiras, que se arrollan en espiral en torno de un alma, caldeándolas y pegándolas entre sí de modo á formar un tubo que da el cañón de escopeta. La masa del metal de que éste se compone consiste, pues, en gran número de capas sumamente delgadas de acero y hierro, dispuestas, no en planos paralelos como las hojas de un libro ó una resma de papel, sino plegadas, torcidas y revueltas de mil maneras. Por consiguiente, si cualquier superficie de semejante masa se amuela, pulimenta y muerde con un ácido, pónense de manifiesto esas capas revueltas en forma de líneas y manchas irregulares, que constituyen en conjunto un dibujo de carácter hasta cierto punto uniforme. El mordido con un ácido flojo es condición esencial, pues por el mero pulimento no aparecen los dibujos, sino sólo después de la acción del ácido, que ataca las diversas capas de metal en grado distinto, según su dureza y contenido en carbono. El damasquinado en cuestión puede modificarse de diferentes maneras; por ejemplo, si en la superficie de una barra formada del modo referido, se producen con una lima una serie de ranuras transversales en un lado, y en el opuesto otra serie cuyas ranuras no correspondan, sino que alternen con aquéllas; y si entonces se hacen desaparecer dichas ranuras caldeando la barra y amartillándola, el dibujo que resulta después del pulido y el mordido con ácido, forma líneas serpenteadas ó mallas elípticas. Otro método consiste en producir, mediante matrices grabadas, diferentes figuritas en relieve en la superficie del metal de que hablamos, luego hacer desaparecer estos relieves por medio de una lima, y, por último, pulir y morder la superficie así preparada, con lo cual vuelven á aparecer las mismas figuritas en contornos lineales muy finos.

Aunque, como ya dijimos, el producto que se obtiene por el procedimiento descrito difiere casi totalmente del metal damasquinado del Oriente, no deja por esto de ser un material muy á propósito para la fabricación de armas blancas; pues es evidente que la elaboración repetida de las primeras materias, y la mezcla tan íntima que de ella resulta, ó, mejor dicho, el entretejido de sus

diferentes fibras, han de prestar á la masa una tenacidad muy superior á la que por sí solos tienen el hierro y el acero. Pero veamos, por otra parte, cómo se ha resuelto en Rusia el problema del damasquinado.

En la fábrica de armas de Slatoust (provincia rusa de Ufa, en la vertiente occidental de los Urales) se producen hoy diferentes armas, especialmente hojas de espada y sable, enteramente iguales, á lo que parece, á las legítimas hojas de Damasco. El procedimiento empleado al efecto es resultado de ensayos verificados por el ingeniero *Anossow*, y se funda esencialmente en el hecho de que la masa damasquinada no es una mezcla de dos clases de metal, sino una especie de acero fundido; el damasquinado se produce *espontáneamente* en la masa, y sus diversas modificaciones dependen de lo que dura la acción del fuego. Como medio de carburación del hierro, ó sea de convertirlo en acero, no se emplea el carbón ordinario, sino el grafito. El acero damasquinado puede producirse por la fusión de menas de hierro muy puras con grafito, y Anossow cree que este es el procedimiento seguido en Oriente desde tiempo inmemorial; pero como las operaciones se facilitan grandemente empleando hierro dulce puro en vez de dichas menas oxidadas, dicho semejante constituye (con el grafito), la primera materia empleada en Slatoust.

La fusión se efectúa en pequeños crisoles refractarios de arcilla, colocados en hornos de tiro forzado de cortas dimensiones. No se opera á un tiempo, esto es, en cada horno, con más de cinco kilogramos de hierro, reduciéndose á veces la porción á cuatro ó á tres kilogramoss olamente; pues cuanto menor es la cantidad, tanto más duro resulta el acero. El hierro en pedacitos, colocado en el crisol, secubre con una mezcla de grafito, chispas de fragua y un fundente, pudiendo emplearse indistintamente el cuarzo calcinado ó la dolomia. Después de tapado y enlodado el crisol, y sometido en el horno á la acción de una elevada temperatura durante tres horas y media, se encuentra el metal fundido en el fondo de él y cubierto por una delgada capa de escoria líquida, en cuya superficie sobrenada el grafito sobrante. En este período el metal ostenta ya un leve adamascado de rayas extendidas y de fondo claro, y, cuando el grafito es de buena calidad, ciertos visos de color. Al cabo de otra media hora de fusión, el adamascado del metal resulta ondulado, carácter que se acentúa notablemente si la acción del fuego se sostiene media hora más; si el crisol puede resistir todavía más tiempo, el adamascado adquiere un carácter reticular cada vez más pronunciado, que á veces acaba por transformarse en fajas ó listas. Durante todo el proceso, va consumiéndose poco á poco el grafito, disminuyendo la proporción que queda en el acero; dicho grafito debe ser de primera calidad, pues de lo contrario el metal no resulta maleable; si se agrega al hierro en cantidad relativamente pequeña, el adamascado resulta de dibujo más fino, pero el acero sale más blando.

Apagado el horno y enfriado el crisol, se encuentra en el fondo de éste un

régulo ó torta de acero de superficie lisa y completamente damasquinada, con una depresión en el centro, donde la cristalización se manifiesta más claramente; si la torta carece de esta depresión, es señal de que su enfriamiento ha sido demasiado rápido; al partirse resulta hueca en el interior, el metal no es maleable y no se puede utilizar, aun cuando ostente el damasquinado más hermoso. Por el contrario, cuando sale en buenas condiciones, se estira bajo el martinete, caldeándolo diferentes veces, y se convierte en barras; siendo de advertir que el acero es de calidad tanto mejor, cuanto más se resiste á los golpes y cuanto más tiempo permanece caliente bajo el martillo. Calentado hasta la incandescencia blanca, se echa el acero á perder, ó cuando menos se destruye el damasquinado. La tenue costra de óxido que se forma en la superficie del metal durante el forjado y se desprende bajo el martillo (chispas de fragua), ostenta todos los dibujos del damasquinado mucho más claramente que el metal mismo; circunstancia que permite juzgar desde luego de la calidad de éste en su estado bruto, ó sea en la forma de torta.

La condición esencial para el buen éxito de la operación es el enfriamiento muy gradual del acero en el crisol, pues el período de la solidificación es el en que se va formando el damasquinado. De hecho tiene lugar cierta separación de dos clases de metal, aislándose en la masa una parte de hierro más rica en carbono, cuya cristalización produce precisamente el damasquinado. El acero en cuestión ostenta, además del damasquinado, un reflejo ó viso de color cuando se mira bajo cierta inclinación; también esta particularidad, que puede manifestarse en la torta enfriada al sacarse del crisol, es señal de la buena calidad del producto. El acero damasquinado que carece de semejante reflejo es quebradizo y de calidad inferior, y parece que en su masa no se ha consumado íntimamente la combinación entre hierro y carbono; por el contrario, el éxito de la fusión y del enfriamiento es satisfactorio cuando el producto ofrece un reflejo azulado; pero el acero damasquinado de calidad superior es el que tiene visos de oro. La elaboración de las barras de este producto no difiere esencialmente de la descrita más arriba; pero en el forjado de las armas hay que cuidar de no caldear más allá del rojo, y las operaciones relacionadas con el temple, el amolado, etc., deben verificarse con gran cuidado y precaución, pues el acero damasquinado es un material muy delicado.



FABRICACIÓN DE CUCHILLOS

Y

HERRAMIENTAS CORTANTES

Consideraciones generales.—Temple del acero.—Cuchillos de mesa y tenedores.—Navajas de bolsillo y de afeitar.—Tijeras.—Guadañas y hoces.—Sierras.—Limas, escofinas y herramientas análogas.

El uso de los cuchillos de mesa empezó á generalizarse, al parecer, en el siglo XVI, antes de cuya época cada cual llevaba consigo su cuchillo, empleándolo, no sólo para comer, sino en otras muchas cosas. Dada, pues, la extensión de dicho uso, es verosímil que la fabricación de cuchillos adquirió desde aquel siglo un notable desarrollo; pero la cuchillería es, sin duda, de origen más antiguo. En 1538 un escritor inglés, llamado Laland, dando cuenta de un viaje por su país, dice: "Llegué a la calle más hermosa de Birmingham, llamada de Dirtay, en la que viven herreros y cuchilleros. En general hay muchos herreros en la ciudad que fabrican cuchillos y toda clase de herramientas cortantes, y también muchos fabricantes de espuelas y clavos, de modo que la población entera parece componerse de trabajadores de fuego." Desde entonces, los cuchilleros ingleses han convertido á Sheffield en centro de su industria, y allí se encuentran las fábricas del género más considerables

que existen, sin que se haya dejado de fabricar en Birmingham herramientas cortantes diversas.

En Alemania la cuchillería se desarrolló también muy pronto en el antiguo ducado de Cleve, en ambas márgenes del Rhin, así como en otros puntos de Westfalia, particularmente en Solingen y sus contornos, ó sea en el centro de la fabricación, mucho más antigua, de espadas y sables. Los privilegios especiales concedidos á los cuchilleros de Solingen datan del año 1571, relacionándose con las concesiones para la explotación de los criaderos de hierro, ya agotados, de aquella comarca; en la actualidad se producen allí, anualmente, unas 500.000 docenas de cubiertos (cuchillos y tenedores de acero), 200.000 docenas de tijeras y 300.000 hojas de sable y espada; géneros que, como toda la quincallería del distrito vecino de Remscheid, se distribuyen por el mundo entero, y compiten ya ventajosamente con iguales productos de Sheffield y Birmingham. Austria tiene también un importante distrito industrial del mismo género en Estiria, cuyo centro es la ciudad de Steyr. En Francia la cuchillería se halla desarrollada en los departamentos de Puy-de-Dôme, Haute-Marne y Vienne; pero los artículos de lujo, en este género, se producen principalmente en París; parece que en Langres (Haute-Marne) existían cuchilleros antes de la conquista de la Galia por los romanos; pero la fabricación de géneros superiores de estilo inglés se introdujo allí en 1795 por ingleses.

Los diversos artículos que son objeto de la cuchillería actual se fabrican en parte con acero de afino y en parte con acero fundido, si bien, como explicamos ya en el tomo IV de esta obra (véase la pág. 168), este último se somete primero á una elaboración preparatoria, sin la cual no podría utilizarse en la industria de que tratamos. El acero de afino se presta más especialmente á la fabricación de instrumentos cortantes, que no es preciso tengan una gran dureza, pero sí bastante tenacidad. El acero fundido es, entre todas las clases de acero, el que admite el mayor grado de pulimento, y es susceptible también de la mayor dureza, por cuyas razones se emplea en la fabricación de los instrumentos cortantes más finos, como navajas de afeitar, cortaplumas, instrumentos quirúrgicos, tijeras de clase superior, etc.; sin embargo, es un material relativamente caro, y de no elaborarse con cuidado, resulta quebradizo, de modo que el filo de los instrumentos hechos con él se mella fácilmente. Además, el grano fino y uniforme del acero fundido es causa de que los cortes que produce resulten demasiado lisos, mientras que las desigualdades microscópicas en la estructura del acero de afino tienden á facilitar más la operación de cortar, impidiendo una adhesión demasiado íntima entre la hoja y la materia que corta.

Respecto de la fabricación, ofrece muchos caracteres comunes para los diferentes instrumentos cortantes, á pesar de la diversidad de su forma. Según el material de que se componen éstos, se dividen en dos grupos: los que con-

sisten totalmente en acero, y los instrumentos acerados, es decir, cuyo cuerpo se hace de hierro dulce y sólo la parte que constituye el corte ó filo, de acero. Los que se fabrican de acero sólo son los más pequeños y finos, como navajas de afeitar, cortaplumas, tijeras pequeñas, instrumentos quirúrgicos, etc.; los mayores y más ordinarios se hacen de hierro acerado. Una de las razones por que se emplea el hierro, es la mayor baratura de este material; pero en muchos casos el motivo económico es secundario y responde dicho empleo á la necesidad ó conveniencia de prestar mayor solidez ó tenacidad á los instrumentos; tal sucede tratándose de hachas, azadas, escoplos, formones y demás herramientas del género destinadas á trabajos más rudos; el hierro dulce, fibroso y tenaz, y que no muestra tendencia á saltar, es muy apropiado para el cuerpo de semejantes instrumentos, mientras que el acero, más duro, pero más bronco, es útil para constituir su corte. En los últimos tiempos se han introducido algunas modificaciones en la fabricación, especialmente en la de los instrumentos cortantes más bastos, las tijeras de cortar palastro, las de podar árboles, etc.; el cuerpo de ellos se hace con el llamado hierro colado dulcificado, y el corte, en forma de una lámina de acero, se fija al cuerpo mediante un procedimiento especial de pega á fuego, ó bien por medio de tornillos ó remaches; de modo que, cuando se desgasta, puede quitarse la lámina y sustituirse con otra. También dichas herramientas y otras análogas, como guadañas y hoces, suelen fabricarse hoy prensando planchas de acero, con lo cual resultan más ligeras; circunstancia que es preciso tener en cuenta tratándose de artículos de exportación, en los cuales el peso es un factor importante respecto de los gastos de transporte.

Un procedimiento nuevo para la fabricación de instrumentos cortantes es el ideado por *Ludwig*, y según el cual se combina un acero fundido, no susceptible de pegarse, con hierro colado maleable. Para producir una hoja de cuchillo, por ejemplo, se moldea primero el cuerpo con hierro colado, dulcificándolo entonces al fuego, ó sea descarburizándolo, hasta que se deja elaborar fácilmente, y que la operación del temple no produzca variación en su grado de dureza. Así preparado el cuerpo, el extremo que ha de recibir la lámina de acero se limpia y alisa con la lima, y tanto esta superficie como la correspondiente de la lámina dicha, se muerden con ácido clorhídrico, untándose después con polvo de bórax y vidrio desleído en agua, aplicando entonces la lámina sobre el cuerpo y sujetándola provisional, aunque sólidamente, por medio de dos ganchitos salientes del mismo hierro, reservados al efecto al tiempo de formar el cuerpo. En este estado, la hoja, con el acero hacia abajo, se introduce verticalmente en un baño de latón fundido y muy líquido, cuya aleación penetra con fuerza, en forma de una capa delgada, entre el hierro y el acero, soldándolos firmemente. Hecho esto, se procede á acabar la herramienta con la lima, templándola y amolándola después de la manera ordinaria.

La fabricación de los diversos instrumentos cortantes comprende las operaciones siguientes: en primer lugar, el forjado, mediante el cual los instrumentos se desbastan y reciben su acerado aquellos cuyo cuerpo se hace de hierro. El forjado se verificaba antes á mano exclusivamente, ó sea con las herramientas ordinarias del herrero; pero en los últimos años muchos artículos del género mencionado se forjan con martillos mecánicos por medio de matrices especiales, recibiendo el metal candente su forma definitiva en mucho menos tiempo y con una perfección mucho mayor que por el procedimiento ordinario. En la mayoría de los casos, se repasan con la lima las piezas forjadas, y entonces se someten á la importante operación del temple. Después, los instrumentos templados se alisan y aguzan por medio de piedras giratorias de amolar, mojadas con agua, con lo cual reciben su forma definitiva; y, por último, mediante el empleo sucesivo de discos giratorios untados con diferentes materias, como esmeril pulverizado más ó menos fino, desleído en aceite, rojo inglés (óxido de hierro) ú óxido de estaño desleído en alcohol y agua, cal pulverizada, etc., reciben dichos instrumentos el grado de pulimento que les corresponde. Sólo el acero duro es susceptible de un pulido brillante y hermoso; el blando no se deja pulir tan perfectamente, y el hierro se presta todavía menos á semejante operación. Por esta razón, los instrumentos que han de recibir un pulimento superior deben hacerse enteramente de acero, ó bien, si su cuerpo es de hierro, debe someterse éste á un endurecimiento previo, esto es, á un procedimiento que convierte en acero la superficie del hierro.

En las páginas siguientes, y al tratar sucesivamente de la fabricación de los instrumentos cortantes más comunes, tendremos ocasión de describir con los pormenores necesarios los diferentes métodos especiales seguidos en las operaciones referidas; pero el temple de dichos instrumentos, tanto cortantes como punzantes, es tan esencial é importante, que creemos del caso ocuparnos primero de él con la detención que merece.

TEMPLE DEL ACERO

Templar, en el lenguaje técnico, significa prestar al acero ó al instrumento hecho con él, el grado de dureza que, según la experiencia, sea el más conveniente para el uso á que aquél se destina. La operación se funda en la propiedad que tiene el acero de endurecerse cuando, en estado candente, se inmerge repentinamente en agua fría, y luego, de ablandarse ó dulcificarse más ó menos, según el grado de calor á que se vuelve á someter. Por sencilla que pueda parecer á primera vista, dicha operación supone mucha destreza y experiencia en la persona encargada de llevarla á cabo, y son, en general, contados los operarios que pueden llamarse buenos templadores. El

modo de inmergir ó introducir la pieza candente en el líquido no es arbitrario, sino que depende de la forma de la misma; es decir, que el templador tiene que juzgar, por dicha forma, qué extremidad ó qué parte de la pieza debe inmergirse primero, á fin de evitar que ésta se encorve, tuerza ó agriete; mientras que en la segunda parte de la operación, no basta fijarse en determinados grados de temperatura, sino que es preciso tener en cuenta que varía mucho la naturaleza del acero, y que diversas clases de él, sometidas al mismo tratamiento, son susceptibles de tomar diferentes grados de dureza.

En las industrias de que tratamos, el caldeo de las piezas de acero, ó aceradas, á los efectos del temple, se verifica generalmente en el fuego de carbón ó cok en una fragua ordinaria. Las delicadas herramientas cortantes y punzantes del relojero, así como los buriles del grabador, se templan calentándolos en lámparas ordinarias ó en la llama del soplete, ó sumergiéndolos en sebo, aceite ó materias análogas; y se dan casos también en que conviene mejor calentar los objetos en un baño de metal fundido, compuesto principalmente de plomo. Las piezas ú objetos tienen que calentarse hasta la incandescencia, siendo la roja la más conveniente para el caso. En estado candente se inmergen seguidamente en agua fría, llevándose de acá para allá; y á consecuencia de tan rápido enfriamiento, se vuelven duros como el vidrio, según la expresión usual, ya porque el acero endurecido araña el vidrio, ya porque es quebradizo como esta materia. En este estado el acero es inservible para la mayor parte de los usos, y es preciso dulcificarlo ó destemplarlo hasta el grado conveniente de dureza y elasticidad. Esto constituye la segunda parte de la operación del temple, y consiste en un calentamiento moderado del acero, seguido de su lento enfriamiento. Cuanto más se calienta, tanto más se destempla ó ablanda; como no se trata de dulcificarlo del todo, sino de prestarle el grado de dureza más conveniente para los fines á que se destina, y como este grado varía según estos fines, precisa tener algún medio práctico de determinar en cada caso, al menos aproximadamente, la temperatura á que debe elevarse el metal. Este medio consiste en observar los diferentes colores que adquiere sucesivamente la superficie del acero á medida que su masa se va calentando, colores que corresponden, naturalmente, á diferentes grados de ablandamiento; de modo que para templar en definitiva un instrumento de acero ó acerado, previamente endurecido, hay que calentarlo sobre carbones candentes hasta que aparezca en su superficie el color que corresponde al temple que, según la experiencia, le conviene mejor.

La serie de colores que recorre, digámoslo así, el acero endurecido, liso y limpio, cuando su temperatura se eleva gradualmente, es ésta: 1. Amarillo de paja pálido, que se presenta á la temperatura de 221 grados próximamente.—2. Amarillo de paja oscuro, á los 232°.—3. Anaranjado, á los 243°.—4. Pardo amarillento, á los 254°.—5. Pardo amarillento con tendencia á púr-

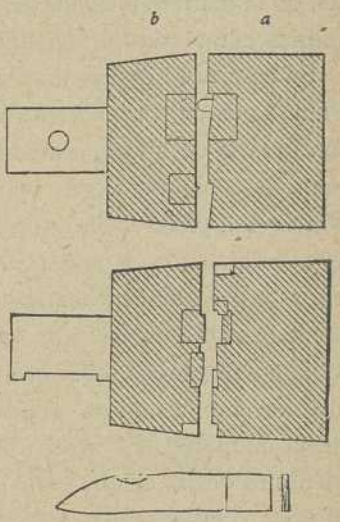
pura, á los 265°.—6. Púrpura, á los 277°.—7. Azul pálido, á los 288°.—8. Azul ordinario, á los 293°.—9. Azul negruzco oscuro, á los 317°.—Y 10. Verde de mar, á 332°. El color núm. 1 señala el temple conveniente para las lancetas; el 2 corresponde á las navajas de afeitar, y la mayoría de los instrumentos quirúrgicos; el 3, á los cortaplumas; el 4, á los cinceles, escoplos y tijeras de cortar palastro; el 5, á las hojas de cepillo y las hachas; el 6, á los cuchillos de mesa y las tijeras comunes; el 7, á las hojas de espada y sable y los resortes de reloj; el 8. á las sierras finas, los puñales, etc.; y el 9 á las grandes sierras de cortar madera. Sin embargo, esta regla, dictada hace tiempo por la experiencia, no es infalible, pues las investigaciones recientes sobre el particular han demostrado que influye mucho en el resultado del destemple la duración del calentamiento; es decir, por ejemplo, que una pieza de acero sometida durante largo tiempo á una temperatura constante de 321°, se ablanda tanto como otra pieza igual que ha sufrido por breve tiempo la temperatura de 332°. De aquí que en la práctica se procure hoy abreviar en lo posible la operación del destemple.

FABRICACIÓN DE CUBIERTOS DE MESA, NAVAJAS DE BOLSILLO Y DE AFEITAR, TIJERAS, ETC.

El forjado de las hojas de cuchillos de mesa y otros de mayor tamaño, por el procedimiento ordinario, supone dos operarios: el maestro herrero, armado de unas tenazas y un martillo ligero, y su ayudante, que maneja con ambas manos un martlilo pesado, dando golpes según manda el maestro. De este modo una barra de acero, previamente calentada en la fragua hasta el rojo, recibe pronto la forma de una hoja de cuchillo, aunque el filo no se adelgaza demasiado; por medio de un cortafrío se separa la hoja de la parte restante de la barra, dejando el herrero en el extremo superior de la misma material suficiente para formar la espiga por la que ha de sujetarse al mango, y cuya formación supone un caldeo de este extremo después de hecho el corte. En muchos casos, empero, semejantes hojas de acero reciben una espiga de hierro dulce, á cuyo efecto se pega á fuego un pedazo de este metal en el extremo correspondiente, dándole en seguida su forma definitiva. Al mismo tiempo se forma la basa de la hoja, ó sean las aletas que sobresalen en ambos lados entre ella y su espiga, y sirven de apoyo al mango; dicha basa se produce sobre el yunque por medio de matrices de estampar, entre las cuales se coloca la parte candente de la hoja, que se golpea con el martillo. Después se vuelve á caldear la pieza, y recibe mediante un cuño de acero y un golpe de martillo el nombre del fabricante ó la marca de fabrica, acabándola entonces el maestro hasta el extremo que consiente su arte; pues toda hoja, después

de templada, se elabora definitivamente por medio de la piedra de amolar, como explicaremos más adelante, recibiendo, por último, el pulimento necesario.

Como indicamos más arriba, para abreviar la fabricación, economizando tiempo, mano de obra y materiales, el forjado ordinario de las hojas de cuchillo, navaja, etc., se sustituye hoy por diferentes procedimientos, en los cuales los martillos mecánicos y el laminador, en combinación con matrices especiales, desempeñan el papel principal. Con arreglo al procedimiento de los hermanos *Heller*, se forjan en breve tiempo y con gran precisión hojas de cuchillo y navaja por medio de matrices de acero de diferentes formas (fig. 216), de las que una, *a*, hace las veces de base ó yunque, mientras que otra, *b*, se adapta, mediante una espiga, á la cabeza de un martinete de cola ó de un pequeño martillo, pilón. Las barritas de acero que han de convertirse en hojas de cuchillo se caldean ó se aplican sucesivamente sobre las diferentes depresiones de la matriz que sirve de base, y merced á los golpes del martillo, reciben muy pronto su forma definitiva, no necesitando más que dos caldeos durante toda la operación. La pequeña depresión que se ve en un lado de las hojas de las navajas de bolsillo, y que sirve para apoyar la uña del dedo pulgar al tiempo de abrirlas (fig. 217), se produce también en la matriz, lo mismo que la marca de fábrica. En lugar de matrices planas, en unión con un martillo mecánico, se emplean también con ventaja, según el procedimiento de *Mermilliod*, matrices convexas, fijas en los cilindros de un laminador, como indica la fig. 218, entre los cuales se introducen las platinas candentes de acero que han de transformarse en hojas de cuchillo ó navaja, y que obran por presión lo mismo que los laminadores análogos, con los cuales se fabrican clavos. El forjado se verifica de este modo suave y rápidamente, pudiendo producir al día, un laminador semejante, hasta cien docenas de cuchillos de mesa.



FIGURAS 216 y 217.—Forjado de hojas de cuchillo, según el método de Heller.

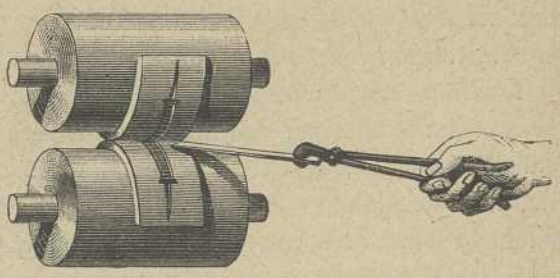


FIG. 218.—Forjado de hojas de cuchillo, según el método de Mermilliod.

Otro procedimiento muy económico y sencillo es el de *Mattheis*, de Solin

gen, y consiste, primero en laminar delgadas platinas de acero de modo que en toda su longitud disminuye su espesor gradualmente desde sus dos bordes hacia la línea central, como indica la sección en la fig. 219 *a*, y luego pasarlas por una máquina de estampar, que corta las hojas de cuchillo con sus espigas, de la manera indicada en la fig. 219 *b*, de modo que no hay más que limarlas, templarlas y concluirlas con la piedra de amolar.

Se emplean hoy las matrices en combinación con martillos mecánicos, y laminadores para la fabricación, no sólo de cuchillos y navajas, sino también para la de tijeras, tenedores, cucharas, etc., variando, naturalmente, la forma de ellas; pero para producir artículos de calidad superior se recurre todavía con preferencia al forjado propiamente dicho, ó sea á la acción directa del martillo sobre el metal. Sin embargo, este forjado no se verifica á mano, según el procedimiento primitivo antes descrito, sino por medio de martinetes de muelle, de construcción especial, debidos á la inventiva del fabricante de Solingen *Henkels*, y que obran por la sucesión rapidísima de golpes de pequeña amplitud. El acero realmente bueno, es decir, el que sólo debe su dureza al carbono que contiene, y no á otras materias, como manganeso, cromo, arsénico y tungsteno, es bastante difícil de tratar; pues ni resiste un calor muy elevado, ni le convienen los caldeos repetidos, que se hacen más ó menos precisos en el forjado ordinario á mano. Pues bien; merced á la velocidad con que trabajan dichos martinetes de muelle (y puede elevarse hasta 400 golpes por minuto), se obtiene la inmensa ventaja de forjar una hoja de cuchillo con un solo caldeo; además, estos golpes tan rápidos ejercen una influencia beneficiosa sobre el metal que no se puede producir por otros medios. Por esta razón se emplean hoy los martinetes de muelle en la fabricación de hojas para navajas de afeitar, si bien en combinación con matrices, dada la forma especial de este artículo.

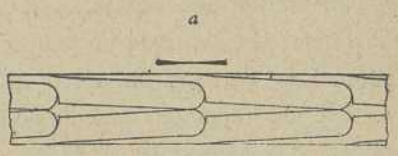


FIG. 219.—Formación de hojas de cuchillo, según el método de Mattheis.

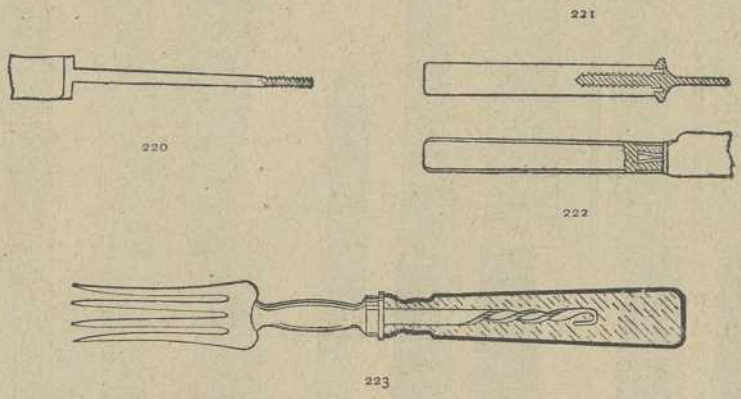
Las hojas de cuchillo forjadas por uno de los procedimientos descritos, se repasan con la lima ó la piedra de amolar, para quitar desigualdades, rebabas, y alisarlas, y entonces se templan. Caldeadas hasta el rojo, se sumergen en agua fría, introduciendo la punta primero, y luego se dulcifican ó destemplan calentándolas sobre carbones candentes, hasta que aparezca el color de púrpura ó azul claro; después de lo cual se amuelan y pulimentan como diremos más adelante.

En las conocidas fábricas de Neustadt (Sajonia), donde sólo se emplea el acero fundido, las hojas de cuchillo forjadas se someten primero á un caldeo prolongado (de seis á dieciocho horas) en un fuego de carbón vegetal, merced á cuya operación se ponen muy blandas y flexibles y pueden acabarse fácil-

mente bajo la lima; de este modo las operaciones del amolado y pulimento que siguen al temple, resultan mucho más ligeras.

Al inglés *Thomason* se debe la invención de un procedimiento para fabricar hojas de cuchillo de oro y plata con filo de acero; cuyos cuchillos de lujo, como se comprende fácilmente, sólo se usan en la mesa de gala de los reyes y magnates, en unión de la vajilla de dichos metales preciosos. La delgada faja de acero se une á la hoja de oro ó plata mediante una soldadura de estos metales; el conjunto se lima y amuela de primer intento, luego se templa el filo, y por último, se amuela definitivamente y pulimenta, pudiendo también adornarse con grabados la parte de oro ó plata.

Las clases menos acomodadas de la sociedad se sirven en muchos países de tenedores de acero, que además se emplean en todas partes, de mayores



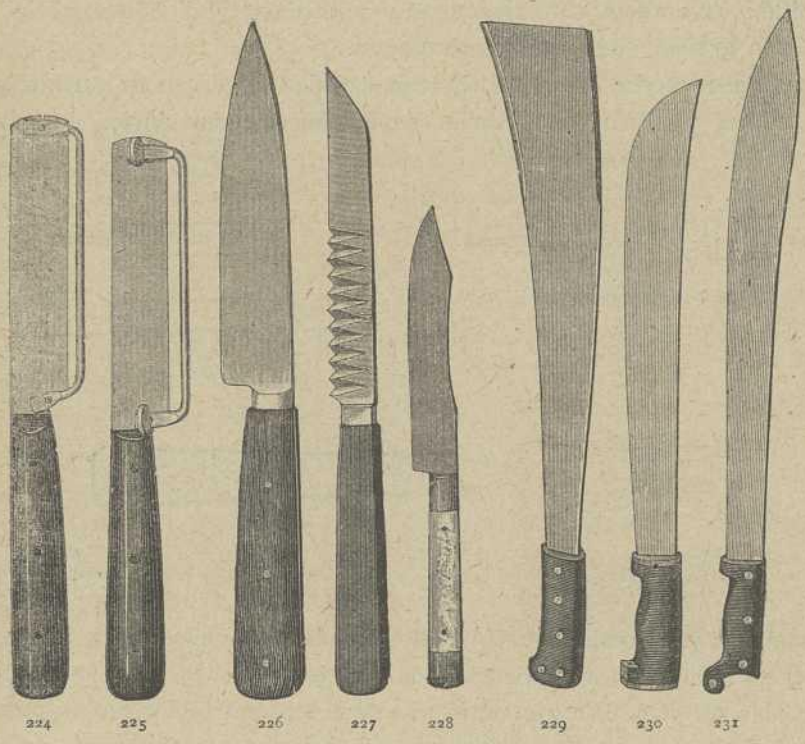
FIGURAS 220 á 223.—Diversos modos de sujetar los mangos de cuchillos de mesa.

dimensiones y generalmente con sólo dos dientes ó púas, para trinchar las carnes en la mesa. La fabricación de semejantes tenedores constituye con frecuencia, sobre todo en Inglaterra, una rama especial de la industria cuchillera.

La primera materia la constituyen varillas cuadradas de acero, de 8 á 10 milímetros de grueso, y al forjar el tenedor se forma primero la parte posterior, cortando entonces la varilla de modo que, para las púas, quede un trozo de ella de unos dos centímetros y medio de largo. Este trozo se caldea y se estira bajo el martillo hasta darle la forma de una espátula del largo y ancho necesarios. Entonces se acaba la basa y la espiga del tenedor, por medio de las matrices respectivas, y se forman las púas colocando la espátula referida, previamente caldeada hasta el blanco, entre dos cuños de acero provistos de los relieves y depresiones necesarios, y sometiéndola al golpe de un martinete de caída libre, cuya cabeza pesa unos cincuenta kilogramos; el metal machacado que queda entre las púas se separa por medio de una prensa especial, y se acaba de dar forma al tenedor con la piedra de amolar ó la lima. La piedra se emplea preferentemente en Inglaterra (Sheffield); pero

en Alemania (Solingen), se usa por lo comun la lima para dicho trabajo; á cuyo efecto, y como el acero se endurece extraordinariamente por el tratamiento precedente bajo el martinete, es preciso caldear un poco el tenedor y dejarlo enfriarse con lentitud, con lo cual adquiere la blandura necesaria para que muerda la lima. Concluído el limado ó el amolado, según el caso, se templa y pulimenta el tenedor.

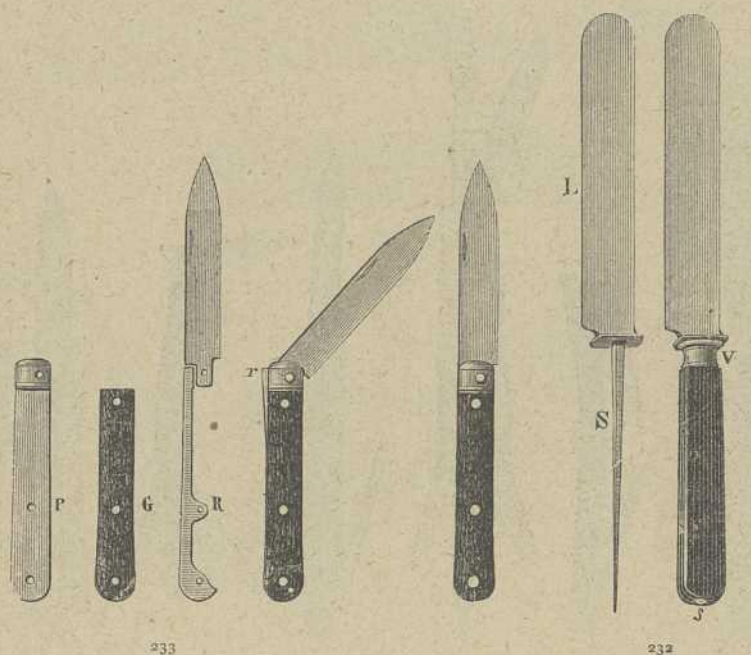
La forma de la espiga de los diferentes cuchillos y tenedores varía mucho,



FIGURAS 224 á 231.—Cuchillos diversos.

según el modo de fijar la hoja al mango; lo que á su vez depende del material y la construcción de aquél. Los artículos más ordinarios reciben un mango de madera dura, cuerno ó hueso en dos piezas, que se aplican en ambos lados de una espiga aplanada, sujetándolas á ella por medio de dos ó tres pasadores de alambre (véanse figuras 224 á 226 y 229, 231); ó bien el mango de madera ó cuerno es de una pieza, taladrada para la recepción de una espiga cuadrada y puntiaguda (fig. 232 *S*) que, atravesándolo de parte á parte, se remacha en el extremo. No es recomendable el sencillo procedimiento que consiste en enchufar la espiga en un taladro de un mango macizo, y sujetarla rellenando el espacio sobrante con pez ú otra materia resinosa; pues este relleno se desmorona con el uso, y además está siempre

expuesto á ablandarse cuando el cuchillo ó tenedor se lava en agua caliente. Aparte de los procedimientos que primero referimos y que dan buenos resultados, los mangos macizos de madera, hueso, cuerno, marfil, etc., se fijan sólidamente por medio de espigas redondas con rosca, como las que se indican en las figuras 220 y 222; pero es conveniente en estos casos reforzar el mango con un anillo de metal que lo abrace junto á la basa de la hoja, pues de no hacerlo así está siempre más ó menos expuesto á henderse. Tratándose de mangos huecos de metal, se sujeta la hoja á ellos, bien mediante una espiga corta



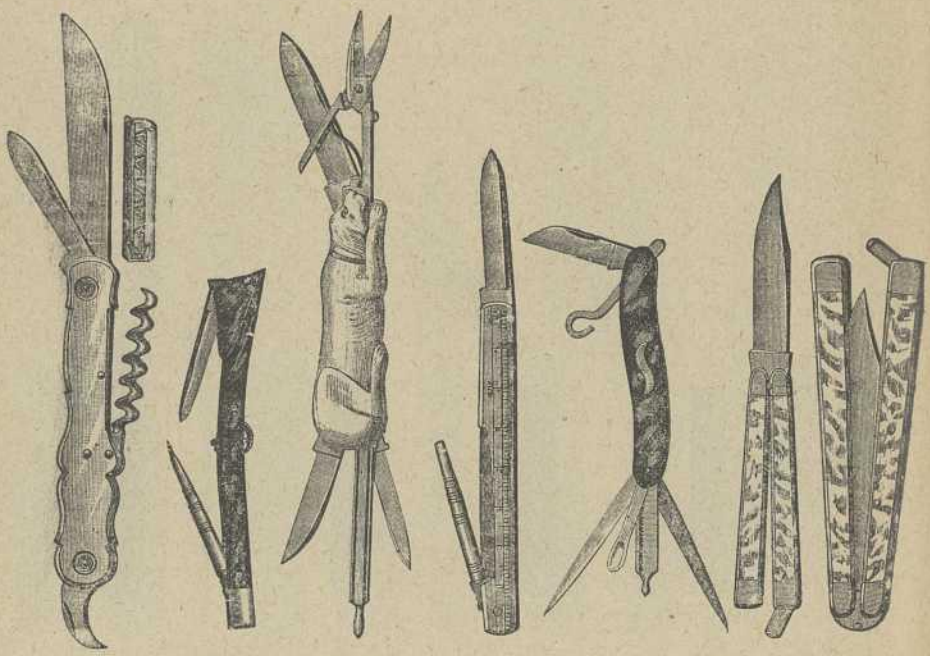
233 232

FIGURAS 232 y 233.—Piezas de un cuchillo de mesa y una navaja de bolsillo.

bifurcada y una cuña transversal, como indica la fig. 221, bien por medio de una espiga larga, torcida y que termina en un gancho, que se introduce en el mango hueco despues de rellenarlo con plomo fundido (fig. 223). En Inglaterra y los Estados Unidos se emplea mucho para los mangos de cuchillos el llamado *ivorid* ó *celuloide* (una preparación de algodón pólvora con alcanfor), que imita perfectamente al marfil, pero no ofrece el inconveniente que éste de abrirse con el uso. Y ya que hemos mencionado los Estados Unidos, añadiremos que la gran fábrica de cuchillería de *Russel*, en Greenfield, rivaliza ventajosamente con las mejores de Sheffield y Solingen, merced á la perfección de las herramientas mecánicas que emplea, distinguiéndose, entre otras cosas, por varios procedimientos ingeniosos para sujetar la hoja al mango. Una de las novedades de dicha fábrica, que ya se imita en Europa, consiste en formar

la hoja y el mango del cuchillo de una sola pieza de acero, niquelando ó plateando la parte que forma el mango; también produce cuchillos mucho más baratos de igual forma, pero con el mango de hierro, que se reviste con un barniz de laca.

En otros tiempos, particularmente en los siglos XVI y XVII, los cuchillos de mesa, y sus correspondientes tenedores, eran objetos que se juzgaban dignos de una elaboración artística, y solían tallarse y adornarse de diversos modos, tanto sus mangos como sus hojas. La fig. 244 da una idea de los trabajos de



FIGURAS 234 á 239.—Navajitas y cortaplumas de diversas clases.

este género, aunque no representa precisamente un cuchillo de mesa, sino uno de altar, empleado para cortar el pan consagrado. Posteriormente, los cuchillos y tenedores de mejor calidad recibieron mangos de porcelana, adornados con pinturas; pero nuestro siglo, tan positivo y práctico, atribuyendo á dichos objetos el carácter de meras herramientas, se ha ocupado tan sólo en perfeccionarlos desde este punto de vista, curándose poco del lado estetico de la cuestión. Así es que, aun nuestros cuchillos de lujo, con mangos de plata ú oro grabados, si son intachables respecto de su solidez y comodidad, distan mucho de merecer el calificativo de objetos artísticos; observación, sea dicho de paso, que puede extenderse á los tenedores y cucharas de plata ó plateados que hoy usamos.

Para que nuestros lectores se formen idea de la diversidad de cuchillos

que se fabrican actualmente, reproducimos en las figuras 224 á 232 algunas muestras, caracterizadas por la variedad de su forma: las 224 y 225 representan cuchillos especiales empleados en las cocinas para cortar habas y habichuelas; la 226 es un cuchillo de cocina ordinario; la 227 otro también de cocina, destinado á cortar patatas, zanahorias, etc., en figuras caprichosas; la 228 un pequeño cuchillo de mesa para postres; las 229 á 231, cuchillos especiales, muy grandes y fuertes, que se usan en los ingenios de azúcar para cortar y mondar la caña; y, por último, la 232 un cuchillo de mesa ordinario con mango

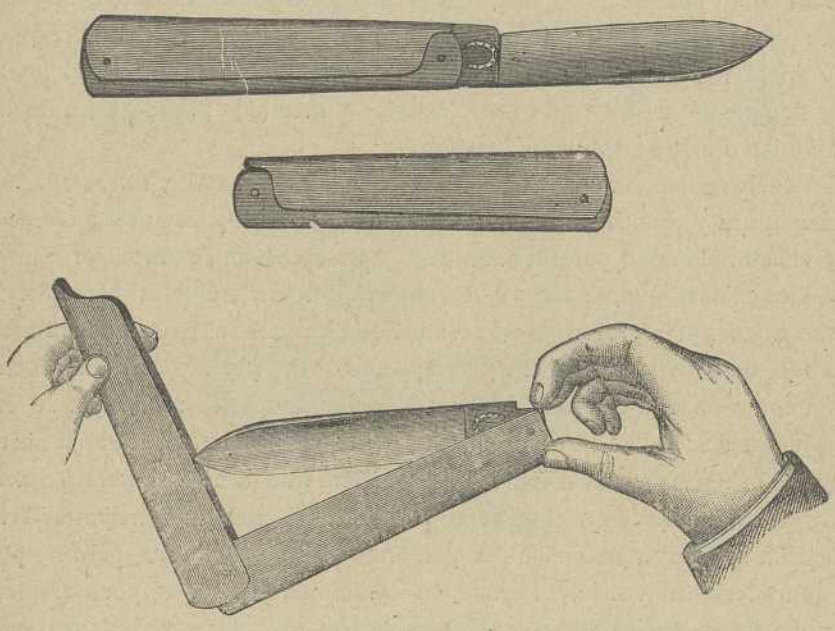


FIG. 240.—Navaja de bolsillo sin muelle.

de madera. Las hojas de *navajas de bolsillo* y *cortaplumas*, que se forjan también á mano ó por uno de los procedimientos anteriormente descritos, reciben una espiga muy corta de forma distinta de la de los cuchillos (figuras 217 y 233), y con un taladro destinado al pasador, en torno del cual han de girar en un extremo del mango. Debemos observar, además, que en vista de su pequeño tamaño, dichas hojas no se destemplan aisladamente, sino que, después de endurecidas por inmersión en agua fría, se colocan juntas en bastante número, con el dorso hacia abajo, sobre una plancha de hierro, y se calienta ésta hasta que las hojas muestran el color deseado.

Una navaja de bolsillo ó cortaplumas, se compone principalmente de tres partes: la hoja, el muelle y el mango. Este último consiste, á su vez, en dos delgadas platinas metálicas (fig. 233 *P*), que se revisten exteriormente con lá-

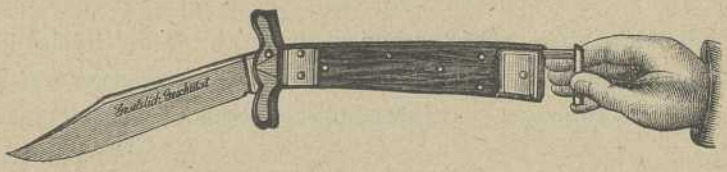
minas de cuerno, marfil, hueso, etc. (*G*), y se sujetan en ambos lados del muelle *R*, por medio de dos pasadores remachados. El muelle juega libremente en su parte anterior, apoyándose contra la espiga de la hoja, que está sujeta al mango por un pasador, como indica nuestro grabado; y á la presión que ejerce aquél sobre la espiga, unida á la forma de ésta, se debe la sujeción tan necesaria de la hoja. La construcción de navajas y cortaplumas más complejas (figuras 234 á 238), es decir, las que contienen dos ó más hojas de diferentes tamaños y formas, y además sacacorchos, tijeras, botonador de guantes, lapicero, limpiauñas, mondador de dientes, etc., etc., no difiere esencialmente de la descrita; pueden tener dos, tres ó más muelles juxtapuestos, sujetos al mango por su parte media, de modo que ambos extremos quedan libres; pero, como en la navaja sencilla, estos muelles constituyen el dorso del mango, cuyas dos piezas se unen, por sus extremos y mediante pasadores, á las diferentes hojas ó instrumentos en cuestión.

Sin embargo, dicha construcción, con ser la más usual, y á nuestro juicio la más segura y práctica, no es la única; al contrario, la navaja ofrece un campo bastante ancho para la inventiva, y no escasean construcciones más ó menos ingeniosas que, según sus inventores, ofrecen notables ventajas. Las figuras 239 á 251 representan novedades de este género. En las dos primeras, el mango, desprovisto de muelle y compuesto de dos partes separadas, encierra la hoja como en una caja, abriéndose ó desdoblándose de modo que se vuelven á juntar sus partes en otra posición, sujetando firmemente la hoja libre; la navaja de la fig. 241 está construída de manera que la hoja se abre ó levanta al tirar de un ganchito en el extremo posterior del mango. Semejantes inventos podrán ser muy apreciados por personas de uñas delicadas, pero no podemos concederles mayor importancia; en cambio se dan casos, por ejemplo, en las ocupaciones diarias de los marineros, en los que es muy ventajoso poder abrir la navaja con una mano, y á este fin responden las construcciones que representamos en las figuras 242 y 243: en ambas el muelle dorsal del mango y la espiga de la hoja están combinados de manera que, con sólo oprimir con el dedo pulgar un pequeño resorte, cuya cabeza ó botón (figuras 242 *A*, y 243 *B*) asoma al exterior, se abre y endereza seguidamente la hoja; en la primera queda ésta sujeta por el muelle dorsal de la manera ordinaria, mientras que la segunda contiene además un diente de seguridad, que no permite cerrar la navaja sin oprimir de nuevo el resorte *B*.

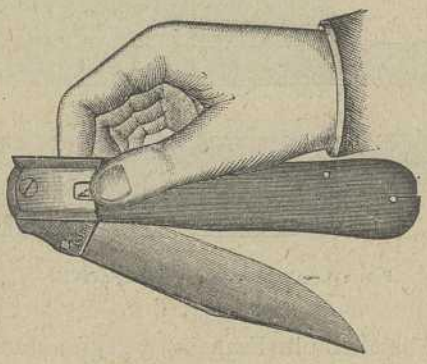
Si tratándose de las armas blancas pudimos hablar con cierto orgullo de los productos de nuestra fábrica nacional de Toledo, preciso es confesar que, en materia de cuchillería, se halla nuestra industria ó la zaga de la fabricación europea. En efecto, sería difícil encontrar en ningún rincon de Europa una fabricación de navajas que se aproxime, por lo tosco, á las de Albacete y Santa Cruz de Mudela, cuyos productos, duélenos decirlo, revelan en todas sus par-

tes, hasta en las inscripciones que se leen en sus hojas ("Biva mi dueño;„ "Soy defensa de mi dueño, etc.„), un atraso deplorable.

La fabricación de las *navajas de afeitar* reclama muy particularmente la destreza y el cuidado de los artífices, no menos que un material (acero fundido) de primera calidad. Este, en forma de platinas de un grueso que corresponde al del dorso de la navaja, se forja sobre yunques de superficie ligeramente convexa, bien á mano, bien por medio de martinetes ó martillos mecánicos.



241



242



243

FIGURAS 241 á 243.—Navajas diversas, de resorte.

El calor no se debe elevar más allá del rojo incipiente, á fin de no perjudicar la calidad del acero; de aquí la necesidad, cuando se forja á mano, de caldear la platina diez ó doce veces mientras se forma una hoja; pero estos caldeos repetidos tampoco son beneficiosos para el metal, y por ello, como indicamos más arriba, se ha ido generalizando el empleo de martillos mecánicos, que obran con velocidad y forjan las hojas mucho más pronto. Después del último caldeo se suele seguir amartillando la hoja hasta su enfriamiento, con el objeto de condensar más el acero y obtener un filo más fino. Se producen también hojas de navaja de afeitar muy buenas, con arreglo á un procedimiento inglés, que consiste en cortarlas mediante una máquina de estampar, de planchitas

delgadas de acero, repasarlas con la lima ó la piedra, y formar el dorso soldando en ambos lados del borde correspondiente una tira estrecha de acero. Este procedimiento facilita de una manera notable la operación tan delicada del temple.

Por regla general, el temple se verifica colocando las hojas en el fuego, con el filo hacia arriba, caldeándolas sólo hasta el rojo cerezo, é inmergiéndolas seguidamente en agua fría, en posición inclinada y con el dorso hacia adelante, meneándolas en el líquido hasta su completo enfriamiento; la espiga ó cola de la hoja no se templa. Para dulcificar ó destemplar, se colocan las hojas con el dorso hacia abajo sobre carbones candentes, observándolas hasta que aparezca el color amarillo, cuando se retiran y dejan enfriar lentamente. Más recomendable, sin embargo, es el procedimiento seguido en la célebre fábrica de

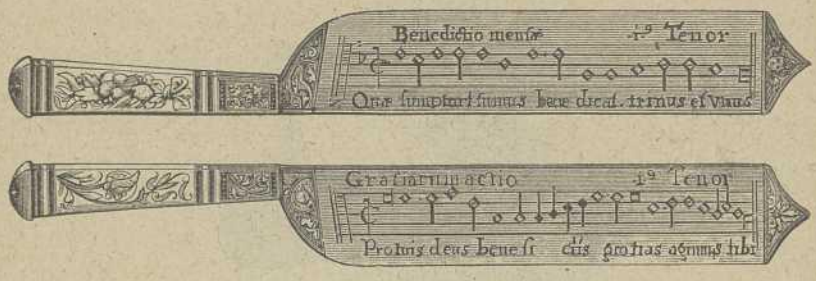


FIG. 244.—Cuchillo de altar del siglo XVII.

Mermilliod, cerca de Chatellerault (Francia), y según el cual las hojas en cuestión se caldean en un baño candente de plomo, apagando ó enfriándose seguidamente en aceite de colza, y luego se calientan, á los efectos del destemple, en otro baño metálico, que se mantiene á una temperatura determinada. Para el destemple de las navajas de afeitar, los puntos ó las temperaturas más á propósito son las correspondientes á los diferentes matices del amarillo; dependiendo la elección de uno de éstos de la naturaleza del acero que se emplea, y acerca de la cual es preciso que el fabricante esté bien enterado. En cuanto á las operaciones del amolado y pulimento, nos ocuparemos de ellas más adelante.

Las navajas de afeitar de calidad superior, ó, mejor dicho, sus hojas, suelen adornarse con grabados al agua fuerte, revistiéndolas con una capa de cera ó betún, trazando en ésta los dibujos y luego mordiendo con ácido nítrico. Otro procedimiento por medio del cual se produce en la superficie de la hoja una especie de jaspeado, consiste en salpicar aquélla, mediante un pincel, con pequeñas gotas de aceite, y sumergir entonces la hoja en el ácido durante algunos minutos. Semejantes adornos pueden producirse naturalmente en navajas de afeitar de todas clases, de modo que no bastan, ni con mucho,

como garantía de la buena calidad del artículo. En cuanto al mango, saben ya nuestros lectores que sirve más bien para proteger el filo cuando no se usa la navaja, que para asir ésta cuando presta su servicio; se compone sencillamente de dos planchitas de cuerno, marfil ó materia análoga, mantenidas separadas por una piececita de metal en su extremo posterior, mientras que el anterior se aplica contra los lados de la cola ó espiga de la hoja, sujetándose con un pasador remachado.

En los últimos años se han inventado varios aparatitos para evitar las heridas en la piel, que tan fácilmente pueden producirse al afeitarse. Entre ellos mencionaremos un pequeño rodillo que se adapta con sencillez á un lado de la hoja de la navaja, é impide que el filo hiera la piel, deprimiendo ésta cuando el operador ejerce una presión demasiado fuerte; al mismo tiempo el rodillo se lleva por delante la espuma de jabón con los pelos cortados. Otro medio preservativo es el que reproduce en sección transversal la fig. 245, y consiste en una lámina metálica vuelta en ángulo recto, y cuyo borde tiene una serie de finas entalladuras; la hoja de la navaja (sin mango), que se sujeta á la lámina por medio de un tornillo, de modo que su filo se aplique sobre dicho borde, va cortando los pelos que asoman por sus entalladuras, sin que el filo toque apenas la piel; la parte más ancha de la lámina vuelta, sirve de mango.

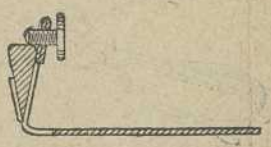


FIG. 245.—Aparato para afeitar.

El forjado de las *tijeras* es uno de los trabajos más difíciles de la cuchillería, porque el instrumento en cuestión, tal como se hace hoy, se compone de dos piezas que tienen que adaptarse exactamente una á otra; en otros tiempos el trabajo era mucho más sencillo, pues entonces recibían las tijeras la forma que muestra la fig. 246, manteniéndose abiertas las hojas en virtud de la elasticidad de su mango común, que formaba como un muelle. Se fabrican todavía tijeras de esta clase para usos especiales.



FIG 246.—Tijera de forma antigua.

Por regla general, las tijeras, al menos las de buena calidad, se forjan á mano, si bien en los últimos tiempos los instrumentos más pequeños del género suelen forjarse por medio de martillos mecánicos y matrices, y también se forman de primer intento de planchas de acero, mediante una máquina de estampar. Las tijeras pequeñas y medianas se hacen enteramente de acero, mientras que las mayores reciben hojas de hierro con filo acerado, es decir, con una tira de acero pegada á fuego en el respectivo borde. En el forjado á mano se emplea un yunque de cuerpo rectangular con un cuerno cónico y otro en forma de segmento de cilindro, con el lado convexo hacia arriba; además, y para formar más

exactamente las diferentes partes de la tijera, se vale el cuchillero de matrices diversas, que coloca en cajitas reservadas al efecto en el cuerpo del yunque. No hay para qué decir que las dos mitades de la tijera se forjan por separado, formando primero la hoja, ó sea la parte que lleva el corte, luego la parte media, es decir, el escudo y el brazo, y, por último, el anillo que termina éste. Los anillos de las tijeras grandes se forman estirando el brazo en la medida necesaria, luego volviéndolo en torno del cuerno cónico del yunque y pegando la punta; pero tratándose de tijeras menores, la extremidad del brazo se estira y aplana hasta producir un disco redondo ú ovalado, en medio del cual se abre un agujero con el punzón, concluyendo de dar forma al anillo con el martillo sobre el extremo de dicho cuerno. Si los anillos han de ser adornados, se someten en caliente á una presión entre dos matrices preparadas al efecto.

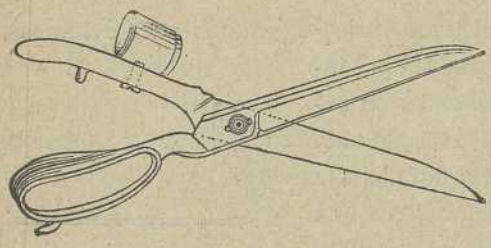


FIG. 247.—Tijera de sastre.

Después del forjado, la lima desempeña un papel importante en la elaboración de las tijeras; esto es, para darles su forma definitiva. Las dos piezas se liman primero por separado; luego se taladran los escudos para recibir el pasador en torno del cual han de girar, y que se sujeta, ora remachando sus dos extremos, ora dándole forma de tornillo, en cuyo caso se terraja uno de

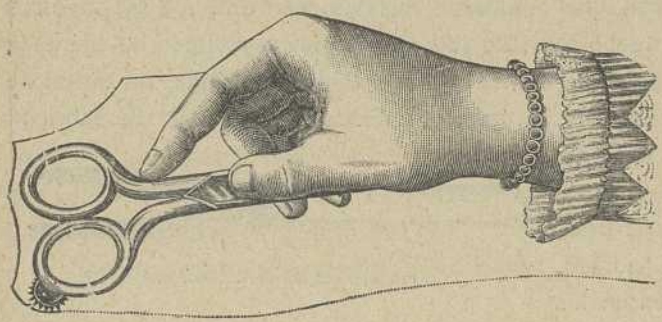


FIG. 248.—Tijera de modista.

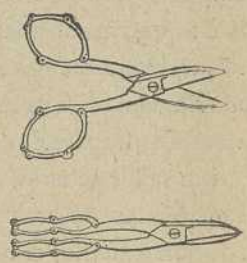
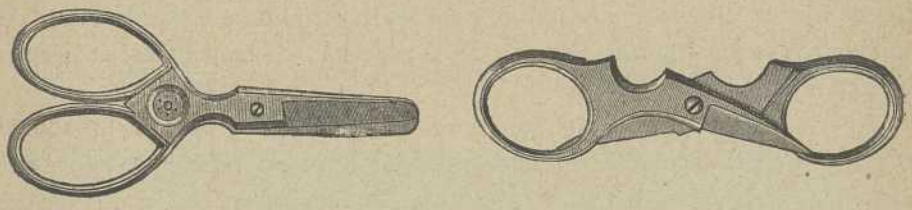


FIG. 249.—Tijerita de viaje.

los escudos de la tijera, y después se unen provisionalmente las dos piezas, para acabar de limarlas juntas. A las hojas de las tijeras más largas se les da entonces en el tornillo de banco la ligera encorvadura que siempre deben tener para que los dos filos sólo se toquen en el punto en que momentáneamente se verifica el corte, separándose un poquito hacia atrás á fin de evitar un rozamiento innecesario. Las hojas de tijeras cortas ó pequeñas no se someten á

esta operación, sino que se produce después la ligera curvadura bajo la piedra, al tiempo de amolarlas. Durante la operación del temple, las dos piezas de la tijera permanecen unidas, á fin de que sufran por igual los diferentes cambios

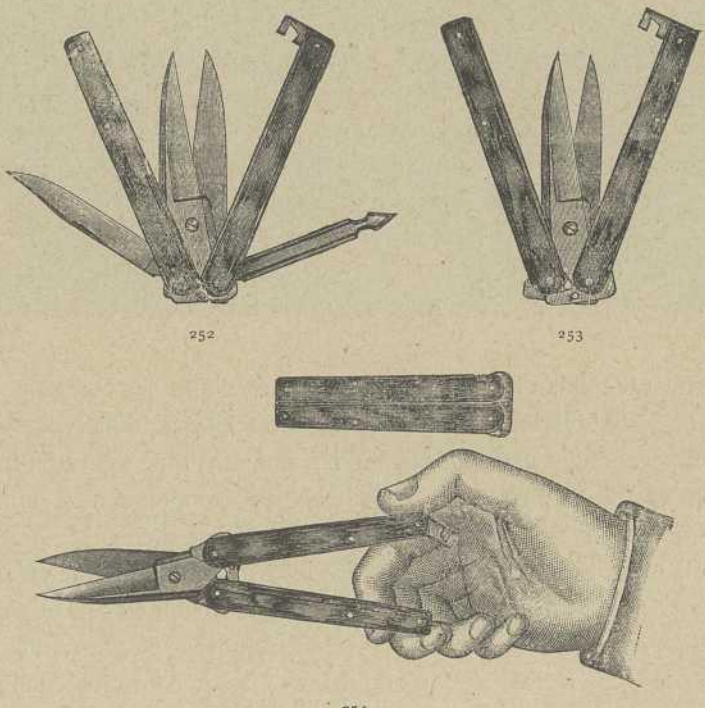


250 251

FIGURAS 250 y 251.—Tijeras de bolsillo.

de temperatura y resulten de temple uniforme. Después se separan para amolarlas y pulimentarlas, operaciones que se verifican como con los cuchillos, salvo que los anillos y ángulos menos accesibles se acaban á mano.

Además de las tijeras de forma ordinaria, se fabrican otras diversas con



252 253

254

FIGURAS 252 á 254.—Tijeras de bolsillo.

fines especiales. Tal es, por ejemplo, la tijera de sastre reproducida en la figura 247, uno de cuyos brazos está construido en vista de la posición más cómoda del dedo pulgar, que tanto suele cansarse con el anillo ordinario. La

figura 248 representa una tijera de modista, uno de cuyos anillos contiene una rodajita, semejante á la de una espuela, que sirve para trazar patrones. La tijerita de viaje que se ve en la fig. 249, tiene anillos articulados de modo que, al cerrarse, ocupen el menor espacio posible; y se fabrican otras de bolsillo de formas diversas, con una disposición especial para cortar la punta de los cigarros puros (figuras 250 y 251), ó provistas de limpiauñas, etc. (figuras 252 á 254).

Aparte de los procedimientos especiales ya referidos para el forjado de instrumentos de cuchillería, se han introducido otros, en los últimos años, que tienden á acelerar y abaratar notablemente la fabricación de los artículos de uso más común. Debemos mencionar, en primer término, una maquinita de forjar, cuya acción se basa en el impulso rápido de varios pistoncitos de acero por medio de excéntricas, y que en determinados casos trabaja mejor que la mano más hábil. También se va sustituyendo el trabajo hecho con la lima y la piedra de amolar, con el de las máquinas de fresar; y por último, ciertas clases inferiores de cuchillos, tenedores y tijeras, y hasta navajas de afeitar, se hacen ya de hierro colado, moldeándolos en moldes metálicos y luego sometiéndolos á un caldeo especial, que convierte superficialmente (por descarburación) el metal en acero. Se producen también tijeras de suma baratura, de hierro colado, valiéndose simplemente de moldes de arena secos, humedeciendo con agua las partes que corresponden á los filos, á fin de que el metal fundido se endurezca repentinamente y tenga la dureza apetecida; al sacarse de los moldes estas tijeras, no queda más que amolar y pulimentarlas.

AMOLADO Y PULIMENTO

Generalmente hablando, estas operaciones, mediante las cuales se concluye de dar forma á los diferentes instrumentos de cuchillería, afilándolos al mismo tiempo y mejorando su aspecto, se verifican por medio de aparatos movidos á vapor ó por la fuerza hidráulica. Los trabajos comprenden el amolado en basto, el amolado en fino y el pulimento propiamente dicho.

El amolado en basto tiene lugar sobre piedras circulares que giran rápidamente, y cuyo tamaño y naturaleza varían según los objetos de cuya elaboración se trata, pero que son, por regla general, areniscas de grano más ó menos fino y duro. Los instrumentos con superficies planas, como los cuchillos ordinarios, reclaman piedras de bastante diámetro, mientras que las hojas de navajas de afeitar, por ejemplo, cuyas superficies son cóncavas, tienen que ser amoladas sobre piedras de muy corto diámetro. La mayor parte de los artículos de cuchillería se amuelan empleando el agua, es decir, que las piedras se mantienen constantemente mojadas, á fin de que el acero no sufra, merced al

roce, un calentamiento perjudicial para su temple. El amolado con agua produce también superficies más finas, pero es operación más lenta que el amolado en seco. Las piedras se montan sobre sólidos ejes de hierro horizontales, á los que se transmite el movimiento del motor de agua ó vapor por medio de fuertes correas; si están destinadas á mojarse, su parte inferior se halla rodeada de un depósito lleno siempre de agua, mientras que para el trabajo en seco se prescinde de este depósito, resultando la instalación más sencilla, como



FIG. 255.—Amolado de los objetos de cuchillería.

indica la fig. 255. Tratándose de piedras de gran diámetro, y muy pesadas, como las que suelen emplearse en Sheffield para el amolado de cuchillos (con agua), la mitad inferior desaparece debajo del piso del taller en una excavación revestida de obra, mientras que la mitad superior de la piedra se halla cubierta por una caja semicircular y muy sólida de plancha de hierro, en cuya parte anterior se reserva tan sólo la abertura necesaria para que los objetos puedan amolarse. Semejante precaución es necesaria en vista de que, dada la gran velocidad y el peso de la piedra, la fuerza centrífuga puede vencer la cohesión de la masa pétrea, hasta el extremo de lanzar sus trozos alrededor con mucha violencia y dar lugar á graves accidentes.

También se emplean en la industria cuchillera, aunque principalmente para el amolado en seco, piedras artificiales como las usadas en la talla del vidrio é industrias análogas; las cuales piedras resultan de masa ó grano más homo-

géneo que las naturales y se pueden fabricar también con grados diferentes y constantes de dureza, con arreglo á los diversos usos á que se destinan. La mejor clase de piedra artificial, compuesta de corundo pulverizado y goma laca, se emplea en la India hace más de cincuenta años; en Europa se imitó tomando, en lugar de corundo, su congénere más barato, el esmeril, y también el polvo de cuarzo, con los cuales, en unión de goma laca y sustancias análogas, se hicieron, no sólo piedras de amolar de diferentes formas, sino también herramientas á manera de raspas y limas. En los últimos años, su fabricación se ha perfeccionado, empleándose esmeril en polvo más ó menos fino, amasado con vidrio de agua (silicato sodico), clorido de cinc, celuloide y otras materias, y prensando la pasta por medio de la fuerza hidráulica.

El amolado en fino de los objetos de cuchillería es un pulimento de primer intento, que se verifica mediante el empleo de diferentes clases de esmeril, en combinación con discos giratorios de madera, que se construyen de manera que su borde presente, en toda la periferia, la sección transversal de las fibras leñosas, y así se asegura el desgaste igual del disco y, por ende, la conservación de su forma circular y marcha más uniforme. Además, su peso se equilibra con el mayor cuidado, á cuyo efecto se acuña el disco sobre su eje, se apoya un extremo de éste sobre una mesa, sosteniendo el otro con la mano, y dejando que la parte más pesada del disco se incline naturalmente hacia abajo; en el lado opuesto, más ligero, se clava entonces un pedacito de plomo, y se repite esta operación hasta establecer el equilibrio más perfecto. Todas las precauciones referidas son necesarias para asegurar una rotación perfectamente uniforme del disco; cosa tanto más precisa, cuanto que la velocidad suele elevarse hasta tres mil revoluciones por minuto. El eje se coloca horizontalmente sobre el banco, entre soportes, cuyos cojinetes se construyen también de un modo especial, á fin de disminuir en lo posible el roce.

Para determinados trabajos, como, por ejemplo, la elaboración de cuchillos de mesa y tenedores, se unta la periferia del disco de madera con cola, salpicándola luego con polvo de esmeril, que se adhiere firmemente al secarse aquélla. Para otros trabajos más finos se reviste la periferia del disco con un anillo, compuesto de una aleación de estaño y plomo; se tornea perfectamente la superficie de éste, y después de labrar en ella una serie de finas rayas transversales por medio de un martillo cortante, se unta con una mezcla de sebo y polvo fino de esmeril. Por último, hay trabajos en que se usan discos de madera, revestidos de cuero, solos ó en combinación con el polvo de esmeril más fino.

Muchos artículos de cuchillería hechos con acero ordinario y hierro, no son susceptibles de mayor lustre del que se puede producir con los discos últimos referidos y el esmeril más fino; pero los de acero fundido pueden recibir un grado superior de pulimento, á cuyo efecto se emplean también discos

giratorios de madera, revestidos con cuero de búfalo, y untados en la periferia con el óxido de hierro procedente de la fabricación del ácido sulfúrico con caparrosa verde, y conocido bajo los nombres de rojo inglés y *colcothar vitrioli;* este polvo impalpable se diluye al efecto con espíritu de vino.

El polvo que se produce en los talleres donde se amuela y pule en seco, ora se trate de metales, ora de piedras, influye perjudicialmente sobre los pulmones de los operarios, y por consiguiente sobre su salud; de modo que es deber del fabricante tomar las disposiciones necesarias para evitar el mal, en la medida de lo posible. Esto se consigue promoviendo una ventilación artificial activa, es decir, suspendiendo sobre las piedras de amolar y discos de pulir tubos embudiformes que se reunen superiormente en un conducto común, que comunica con un ventilador centrífugo y, por su medio con el aire libre; el ventilador produce en el conducto, y por consiguiente en los diferentes tubos, una corriente de aire ascendente que arrastra el polvo en cuestión, dándole salida á la atmósfera. Para la debida eficacia de semejante sistema hay que cuidar de que la boca de los tubos suspendidos se aproxime lo más posible al punto ó lado de la piedra donde el polvo se produce, y que el ventilador se halle completamente aislado del espacio general del taller, comunicando sólo, de un lado, con el conducto común referido, y de otro con el aire libre.

GUADAÑAS Y HOCES

La guadaña, que muchos de nuestros lectores conocerán sin duda sólo de nombre, consiste en una hoja de 80 á 100 centímetros de largo, relativamente ancha, ligeramente encorvada y que remata por un extremo en punta, afianzada por el opuesto y en ángulo recto á la extremidad de un palo que tiene dos manijas; se maneja con ambas manos, empleándose mucho en los paises del Centro y Norte de Europa para segar hierbas y mieses, en lugar de la hoz, que responde al mismo objeto en los países meridionales. En una palabra: la guadaña es la hoz del Norte, y la hoz, la guadaña del Mediodía. La fabricación de estas herramientas difiere bastante de la de los instrumentos cortantes considerados en las anteriores páginas, y constituye una rama especial de la industria cuchillera, que ha alcanzado hace tiempo su mayor desarrollo en Estiria y en Westfalia, de cuyas comarcas, especialmente la primera, proceden los mejores instrumentos del género, distinguiéndose por su solidez y suma ligereza.

La primera materia empleada en la fabricación de hojas de hoz y guadaña es el acero bruto ó pudelado, cuya transformación en acero de afino constituye el primer trabajo del herrero que produce dichas herramientas. Las

barras, tal como salen del establecimiento siderúrgico, se clasifican en dos categorías, con arreglo al aspecto de su factura, ó sea la estructura y el color de su masa cuando se rompen en frío; aquellas cuya naturaleza se aproxima más á la del hierro, dan el material para la parte dorsal de las hojas, y las de mejor calidad, esto es, que ofrecen los caracteres del acero propiamente dicho, se reservan para la parte más delgada. Ambas clases se afinan separadamente, consistiendo la operación en estirar las barras candentes bajo el martinete, formando platinas delgadas, cortar éstas en pedazos, juntar éstos en paquetes, caldearlos y transformarlos nuevamente en barras cuadradas de unos 25 centímetros de grueso. Las barras destinadas á la parte dorsal de las hojas se forjan siempre más gruesas que las correspondientes al filo, llegando á veces hasta darles un grueso casi doble, de modo que al pegar una con otra una barra de cada clase, la hoja resulta compuesta de acero fino en una tercera parte de su anchura, y de acero algo inferior en las dos terceras partes restantes. Dicha pega á fuego ó unión de dos barras de acero distinto, de largo correspondiente á la hoja que se trata de producir, constituye la segunda parte del trabajo, y supone cierta habilidad en el maestro herrero. Efectuada la pega, el conjunto se estira y aplana de modo que ambas clases de acero se extiendan, una al lado de la otra, ocupando cada cual la parte que le corresponde de la anchura de la hoja; este trabajo se verifica con ayuda de un martinete, cuya cabeza pesa de 30 á 40 kilogramos, y que da unos 200 golpes por minuto, con una amplitud de unos 24 centímetros. Bajo otro martinete de cabeza ancha y de peso doble que el anterior, se estiran todavía más las hojas en el sentido de su longitud como de su ancho, recibiendo, al cabo de varios caldeos, su forma aproximada; al mismo tiempo el herrero cuida de formar la espiga que sirve para afianzar la hoja al mango de madera, así como el borde más grueso y un poco levantado, que constituye el dorso y presta la rigidez necesaria al instrumento; en la hoja de la guadaña, dicho borde ó dorso se encuentra en el lado superior, quedando el inferior perfectamente liso. Después se acaba de dar forma á la hoja con un martillo de mano; se somete luego á la acción muy rápida de un martillo mecánico (dicho martillo de pulir), que alisa bien las dos superficies; se estampa la marca de fábrica, y, por último, se quitan las rebabas del filo por medio de una tijera de cortar palastro.

A los fines del temple, se caldean las hojas en cuestión hasta el rojo amarillento en una especie de mufla, construida con ladrillos sobre un hogar, y se echan luego en un baño de sebo derretido; al salir de éste se calientan por breve espacio de tiempo en las llamas de un fuego vivo, se pasan seguidamente á través de un montón de cisco y se inmergen de repente en agua fría; hecho lo cual se limpian y destemplan de la manera ordinaria hasta la aparición del color azul. Después se someten, en estado frío ó ligeramente calentadas, á la acción del ya referido martillo mecánico de pulir, que aumenta la

densidad y tenacidad del acero, al par que endurece en parte las encorvaduras ó alabeos producidos durante el temple; con un pesado martillo de mano, y sobre un yunque de madera, se concluye de enderezar las hojas, y, por último, se afilan sobre una piedra de amolar de gran diámetro.

SIERRAS

Las hojas de estos conocidos é importantes instrumentos se componen siempre de acero, empleándose el acero bruto ó pudelado para las anchas sierras de dos á dos y medio metros de largo con que se asierran tablas, el acero de afino para las demás sierras ordinarias, y el acero fundido para las más finas. A fin de formar de primer intento las hojas mayores, se forja y estira el metal bajo martillos mecánicos, mientras que las hojas pequeñas se cortan, por regla general, con tijeras mecánicas, de planchas laminadas y delgadas de acero, con lo cual su grueso resulta desde luego uniforme.

Después de formadas, las hojas de sierra se templan, á cuyo efecto se caldean hasta el rojo é inmergen acto continuo en aceite; de este modo no adquieren un grado de dureza tan excesivo como si se inmergiesen en agua fría; pero siempre resultan demasiado duras y broncas, y es preciso también destemplarlas hasta el punto más conveniente. Las hojas destinadas á aserrar metales se destemplan hasta la aparición del color amarillo pajizo ó de oro, mientras que las que se destinan á cortar madera pueden quedar más blandas, y se lleva su destemple hasta el violado ó el azul. Como en la mayoría de los casos las hojas de sierra se alabean durante la operación del temple, y como el enderezarlas luego con el martillo es un trabajo muy entretenido y fastidioso, se procura evitar el alabeo sujetando fuertemente las hojas en un marco rígido al tiempo de introducirlas en el aceite, y luego para el destemple se colocan horizontalmente entre series de barras candentes de hierro, sometiendo el conjunto además á una fuerte presión, á cuyo efecto suelen emplearse hoy prensas hidráulicas.

Tratándose de hojas muy delgadas, se aplica también un procedimiento que reune ó combina el temple con el destemple, y consiste sencillamente en inmergir aquéllas, calentadas hasta el rojo, en un baño de plomo fundido, con lo cual adquieren desde luego el grado inferior de dureza que les corresponde, ó sea el del color violado ó azul. Si en lugar del baño de plomo se emplea uno de estaño, se consigue un temple correspondiente al color amarillo. Cuando se trata de templar hojas finas y muy largas, como las de las sierras de cinta, se adopta, para templar, un procedimiento continuo, análogo al empleado para bañar con cinc el alambre de acero: se hace pasar la hoja sucesivamente por un baño de metal, otro de aceite y un aparato de destemple, consistente en

un cilindro giratorio sobre el cual se encuentra un rodillo de hierro macizo, calentado por un fuego de cok.

Después de templadas, las hojas de sierra se amuelan y pulen. Existen todavía fábricas en las que el amolado de las sierras de mayor tamaño se verifica á mano, es decir, apoyándolas con las rodillas contra las piedras de amolar ordinarias y de gran diámetro; pero en las fábricas más modernas se emplean al efecto máquinas de amolar especiales. Éstas se componen esencialmente de dos piedras giratorias, colocadas una encima de otra, y cuyos ejes están paralelos; la piedra inferior, más grande, gira con mucha velocidad, y es la que verifica el amolado ó alisamiento de la hoja; la superior, relativamente pequeña, gira mucho más despacio, y sólo sirve para oprimir la hoja contra la piedra inferior, sujetándola al mismo tiempo. A pesar de la acción retardatriz de dicha piedra, sin la cual la amoladora no mordería en el metal, las hojas pasan con bastante rapidez por la máquina; y esta rapidez sube de punto cuando, á consecuencia de algún cuerpo extraño ó desigualdad en su superficie, las hojas no resultan bastante sujetas; en tal caso, suelen ser lanzadas violentamente fuera del aparato; de modo que, para pararlas y evitar desgracias, hay que levantar delante de la máquina un tabique bien sólido de madera. Como en estos aparatos las hojas de sierra sólo se amuelan ó alisan por un lado, tienen que pasar dos veces entre las piedras. Después se pulen haciéndolas pasar entre dos cilindros untados con polvo de esmeril, que por regla general dejan acabados ambos lados á un tiempo. El amolado de las sierras circulares que tienen con frecuencia más de un metro de diámetro, se verifica del modo siguiente: en una cara de un disco metálico, que gira lentamente como el de un torno, se sujeta la hoja, que va rozando contra una piedra de amolar situada enfrente.

Acabado el pulimento, se procede á la última operación, ó sea á formar los dientes de la sierra; sólo tratándose de las sierras más bastas ú ordinarias fórmanse los dientes antes de templar las hojas. El trabajo consiste en cortar, por medio de un punzón ó sacabocados á propósito, en el borde correspondiente de la hoja, los espacios, por lo común triangulares, que separan los dientes, y se verifica, ora á mano, ora por una máquina especial. Hay diferentes procedimientos de formar los dientes á mano, consistiendo el más seguro en sujetar la hoja entre dos planchas de hierro con bordes acerados, dentados ya en la forma deseada, de modo que no hay más que apoyar el conjunto sobre un yunque y cortar, mediante el punzón y el martillo, las partes de la hoja que quedan á la vista entre los dientes de aquellas planchas. Semejante trabajo á mano no ofrece dificultad tratándose de sierras grandes; pero para formar la dentadura fina de las sierras pequeñas se apela hoy siempre á una máquina de estampar, en la que el estemple ó punzón actúa con rapidez en sentido vertical, á impulso de un mecanismo que le transmite el movimiento de un

motor; la hoja de sierra, que descansa horizontalmente sobre el banco, va pasando automáticamente debajo del estemple, y el trabajo del operario que vigila la operación se reduce á introducir en la máquina una nueva hoja á medida que se acaba la anterior.

Los dientes formados de uno ú otro modo, es decir, á mano ó á máquina, tienen que repasarse con la lima, á fin de quitar las rebabas y desigualdades, siendo este trabajo análogo al de afilar una sierra usada, que también se verifica con una lima fina triangular, sujetando al efecto la hoja en un tornillo de banco ó de otro modo adecuado. Los dientes de las sierras de cinta se liman hoy con ayuda de máquinas especiales, de las que existen dos géneros: uno en el que la hoja de la sierra se sujeta verticalmente, y otro en que ésta tiene una colocación horizontal; la fig. 256 reproduce una máquina de este género. En algunas sierras pequeñas se forman los dientes enteramente con la lima; mientras que las de cinta muy finas hechas con muelles de reloj y que sirven para formar labores caladas, reciben su dentadura por medio del cortafrío; júntanse varias de estas hojas y se sujetan bien en un tornillo de banco, de modo que forman al parecer una barrita maciza, y entonces, en los bordes superiores, se cortan de una vez, con cortafrío y martillo, los dientes, en número de diez á veinte por cada centímetro de longitud de las hojas.

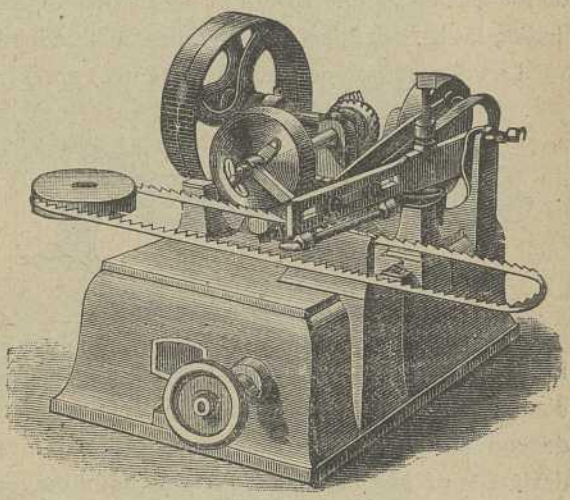


FIG. 256.—Máquina para cortar dientes de sierras de cinta.

La forma y dimensiones de los dientes varían en las diversas clases de sierras, con arreglo al material que están destinadas á cortar. En la madera blanda, un solo golpe ó carrera de la sierra produce una porción de serrín relativamente grande, serrín que tiene que hallar alojamiento, digámoslo así, en los espacios que separan los dientes del instrumento, hasta que resulta lanzado fuera del corte; por consiguiente, para que la sierra funcione bien, es preciso que exista cierta proporción entre el tamaño de sus dientes y el de los espacios intermedios. Tratándose de la madera dura, y más aún del metal, la sierra no puede separar de una vez mucho serrín, de modo que cabe que dichos espacios sean bastante más pequeños que en el caso anterior, y, por lo tanto, los dientes pueden ser más pequeños y estar más juntos. Por otra parte, los dientes pequeños son más favorables para el trabajador, es decir, que facilitan

notablemente su trabajo, cuyo efecto aumenta, como es natural, el mayor número de ellos. Es también evidente que todos los dientes de una sierra deben tener, no sólo el mismo tamaño, sino la misma forma y posición. Respecto de las sierras destinadas á cortar madera, esta posición puede ser perpendicular, ó bien inclinada con relación al borde de la hoja: en el primer caso, la sierra corta en ambas direcciones, mientras que en el segundo sólo corta en un sentido. La sierra que maneja un hombre solo, siempre tiene dientes inclinados hacia el extremo opuesto al mango, porque el aserrador ejerce esfuerzo mayor empujando que tirando el instrumento hacia sí. La única excepción á esta regla se encuentra en ciertas sierras, empleadas por los hortelanos en la poda de los árboles, y que cortan al hacer tiro de ellas; estos instrumentos, como indica la fig. 257, tienen los dientes inclinados hacia el mango.

Las dentaduras de sierra inclinadas, representadas en las figuras 258, 259, 260, 262 y 263, sólo cortan en la dirección de la izquierda, ó sea en aquélla hacia la cual se dirigen las puntas de los dientes. Las grandes sierras con las que dos hombres, situados uno por encima de otro, asierran un tronco de árbol en sentido longitudinal, tienen también dientes inclinados, que cortan sólo en la carrera descendente; y lo propio sucede con las sierras circulares, que sólo actúan en una dirección. Las sierras destinadas á ser manejadas por dos hombres, en dirección más ó menos horizontal, y en general las que han de cortar materiales duros, reciben dientes derechos ó perpendiculares al borde de la hoja, en forma de triángulo equilateral (fig. 261); su ángulo puede variar entre 30 y 60°; más allá de los 60° los dientes resultarían demasiado obtusos para cortar, mientras que, con menos de 30°, no son bastante resistentes y se rompen fácilmente. Las figuras 264 y 265 reproducen dentaduras derechas, que cortan hacia ambos lados, y se ven con frecuencia en las grandes sierras de dos manos destinadas á cortar gruesas piezas de madera blanda en sentido transversal, es decir, perpendicular á la dirección de las fibras. En la primera, cada diente tiene dos filos que alternan en sus funciones, pues se comprende que en una carrera hacia la izquierda cortan todas las mitades siniestras de los dientes, mientras que caminando la sierra hacia la derecha, trabajan las mitades de este mismo lado; semejante dentadura resulta más efectiva que su congénere de la fig. 265, pero sus dientes se rompen más fácilmente, y son más difíciles de aguzar con la lima. En algunas sierras de construcción más reciente se observa de trecho en trecho, es decir, á intervalos determinados de la dentadura, un diente de forma especial (figuras 266 y 267), que tiene por objeto facilitar el alojamiento

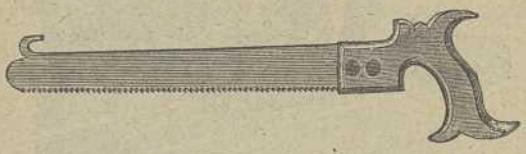
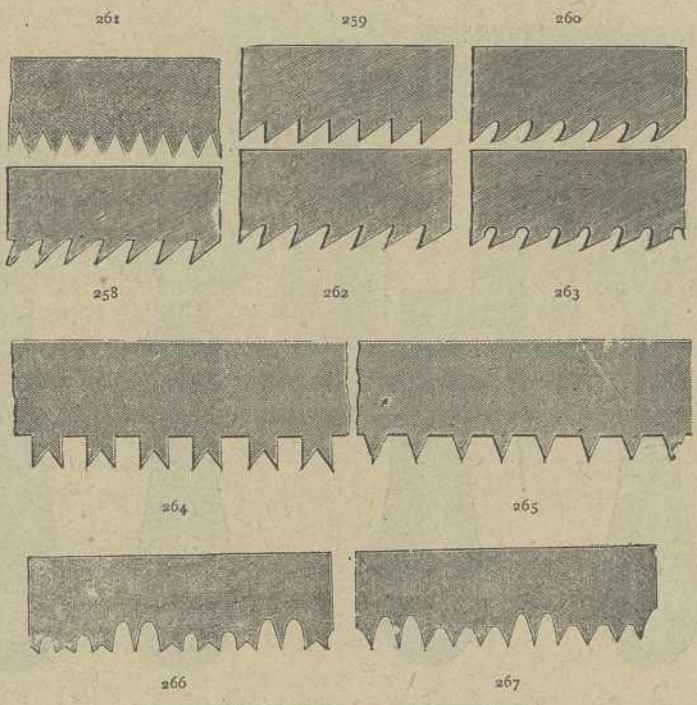


FIG. 257.—Sierra para podar árboles.

del serrín. A fin de que la sierra no quede oprimida en el corte que va abriendo, y no se caliente demasiado á consecuencia del rozamiento, es preciso que dicho corte sea algo más ancho que el grueso de la hoja. En las sierras destinadas á la madera se logra esto trabando los dientes, como dicen los carpinteros; esto es, torciéndolos un poco alternativamente, unos á un lado y otros á otro, con lo cual resulta más ancho, el corte, y se facilita el juego del instrumento. Para trabar los dientes suele emplearse en las fábricas una especie de punzón ó estemple, cuya boca se aplica sucesivamente contra cada diente,

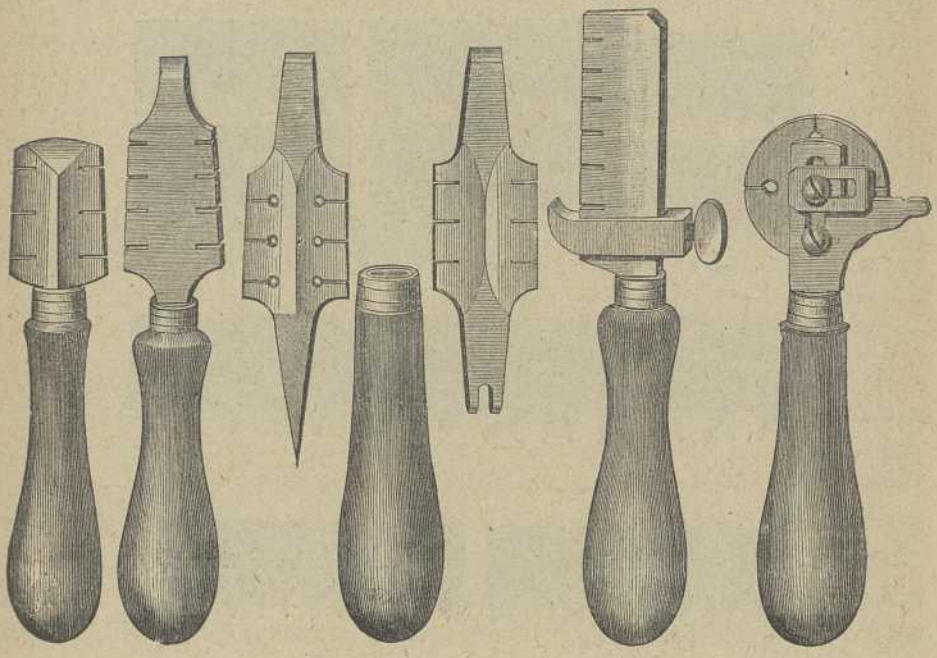


FIGURAS 258 á 267.—Dentaduras de sierra, diversas.

dando sobre la cabeza un golpe de martillo ligero y seco; pero muchas sierras salen de la fábrica sin trabar, y practican esta operación los que las emplean; costumbre que tiene tanto más su razón de ser, cuanto que con el uso los dientes tienden á enderezarse y necesitan ser trabados de nuevo, amén de tener que repetirse este trabajo cada vez que se afila una sierra. Se puede verificar sencillamente con la boca de un destornillador ordinario; pero, por regla general, se emplea al efecto un trabador, instrumento especial que se fabrica en diferentes formas y tamaños (figuras 268 á 273), y consiste en una pequeña hoja de hierro relativamente gruesa, afianzada á un mango, y en sus bordes con varias entalladuras de diferentes anchos, correspondientes á los gruesos diferentes de las sierras; cogiendo un diente en una de dichas entalladuras, se le tuerce un poco hacia uno ú otro lado con la mayor facili-

dad. En las grandes fábricas de aserrar maderas, que emplean sierras con grandes dientes, suelen torcerse éstos por medio de una maquinita de trabar, semejante á una prensa de palanca. Además se fabrican para dicho objeto tenazas de forma especial.

Las sierras destinadas á cortar metales tienen dientes demasiado pequeños y duros para que sea posible trabarlos; de modo que es preciso forjar sus hojas de manera que desde el borde correspondiente á la dentadura vaya disminuyendo gradualmente el grueso hacia el dorso del instrumento; de esta manera



FIGURAS 268 á 273.—Trabadores de diversas formas.

quedan siempre los dientes más gruesos que el resto de la hoja, y surten el mismo efecto que si fueran trabados. Los dientes de las sierras ordinarias del género, como las que usan los cerrajeros, se forman á golpe con el cortafrío; de modo que por este sólo hecho resultan algo más abultados en el sentido del ancho ó grueso. De la misma manera produce *Hartmann*, de Fulda, los dientes de sus conocidas sierras, dichas de acero adamantino, que cortan, no sólo los metales, si no el vidrio y materias análogas, y que ofrecen la particularidad de que, con ser tan extraordinariamente duros sus dientes, la parte restante de su hoja es blanda y elástica.

Siguiendo el ejemplo de los norteamericanos, tan adelantados en la fabricación de herramientas diversas, se ha introducido recientemente en Europa el procedimiento de recalcar ó remachar los dientes de las sierras, en lugar de

trabarlos, el cual se aplica á las sierras mayores de cortar madera, y muy especialmente á las circulares. Semejante recalcado ó remache se efectúa aplicando sobre cada diente un estemple de acero (fig. 274, *a*), cuya boca tiene forma de caja con hueco triangular, y golpeando la cabeza de este instrumento con un martillo, hasta producir cierto ensanchamiento de la punta del diente, en ambos lados por igual, como indica la fig. 274, *b*. Estos dientes recalcados ofrecen la ventaja de cortar en toda su anchura, mientras que los trabados sólo obran por un lado, y, por consiguiente, producen cortes más ásperos, esto es, menos limpios.

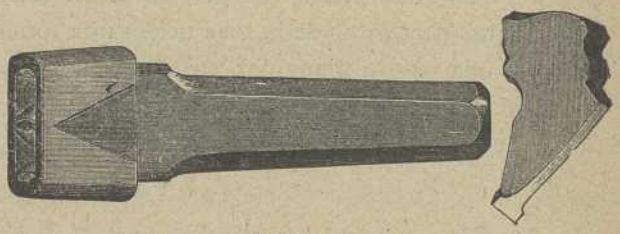
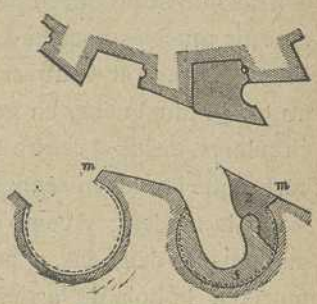


FIG. 274.

a, estemple para re alcar dientes de sierra; *b*, diente recalcado.

Este procedimiento del recalcado ó remachado de los dientes renueva al mismo tiempo su filo; es decir, que, al par de recalcar, se afila también la sierra. Pero en los demás casos, la afiladura de los dientes constituye una operación aparte, que, como ya indicamos más arriba, se efectúa con una lima fina, ó bien, en las grandes fábricas que emplean constantemente muchas sierras, por medio de discos giratorios formados con una masa de polvo de esmeril. Sin embargo, estos discos sólo sirven para formas determinadas de dientes, y aun así hay que acabar la afiladura con la lima. Al afilar las sierras circulares hay que cuidar de la conservación de su diámetro; pues si la hoja no queda del todo redonda, sólo obran debidamente sus dientes más salientes. Por esto, algunos fabricantes trazan, en las caras de sus sierras circulares, curvas que sirven después de guía á la persona que las usa y tiene que afilarlas de tarde en tarde.



FIGURAS 275 Y 276.

Sierras circulares con dientes postizos.

Los fabricantes norteamericanos obvian los inconvenientes propios del afilado de las sierras circulares construyéndolas con lo que podemos llamar dientes postizos, es decir, dientes sueltos que se sujetan de una manera especial al cuerpo de la hoja, que pueden afilarse fácilmente sin perjuicio muy sensible de la forma redonda de ésta, y cambiarse, por último, cuando resultan muy gastados. Además, puede emplearse en la fabricación de estos dientes sueltos un acero de calidad superior, haciendo la hoja misma de material más ordinario; circunstancia que redunda en beneficio del consumidor, especialmente tratándose de sierras de gran diámetro. Los dientes postizos en cuestión se sujetan á la hoja de diferentes modos,

recomendándose más especialmente el que se indica en la fig. 275, adoptado en la gran fábrica de sierras de *Disston* (Estados Unidos): como se ve claramente, la periferia de la hoja recibe entalladuras rectangulares, en las que encajan los dientes, sujetándose por medio de un pequeño pasador redondo. Con arreglo al sistema de *Hoe y Compañía* (otra fábrica americana muy importante), de que da idea la fig. 276, los dientes resultan más pequeños, necesitando, por lo tanto, menos material; pero en cambio su forma y medio de sujeción son más complicados, sin que deje de ser esto último muy ingenioso. Las entalladuras periféricas de la hoja tienen una forma casi circular, y reciben en su borde una ranura triangular, en la que encaja el diente *z* y la pieza *s* que lo sujeta, de modo que no tienen salida lateralmente, mientras que la cara posterior *m* de la entalladura impide que el diente tenga movimiento hacia atrás.

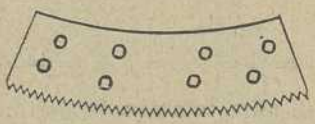


FIG. 277.- Hoja de sierra de enchapados.



FIG. 278.—Sierra esférica.

Inútil es decir que semejante disposición supone un ajuste muy perfecto entre las diferentes piezas.

Entre las diversas clases de sierras que se fabrican para trabajos especiales, mencionaremos en primer término las sierras de enchapados ó de chapear, con las que se producen las delgadas chapas de maderas finas que sirven para revestir muebles hechos de madera ordinaria y demás objetos de marquetería. Estas sierras, al contrario de las de que hemos tratado hasta aquí, disminuyen gradualmente en grueso desde el dorso hacia la dentadura, ó, si son circulares, desde el centro á la periferia; y la razón es obvia: conviene que los cortes que producen sean lo más finos posible, á fin de no desperdiciar demasiado la madera; y como se trata de la producción de chapas, ó sea de tablas sumamente delgadas, y por consiguiente muy flexibles, que no ofrecen resistencia á la hoja de la sierra, ésta puede ser más gruesa que sus dientes, los cuales no necesitan ser trabados ni recalcados. Las sierras circulares de este género suelen fabricarse también con dentadura postiza, es decir, que se forma aparte en una serie de finas láminas de acero arqueadas (fig. 277), que se sujetan en torno del cuerpo circular de la hoja.

Las sierras llamadas *ondeantes* ó *vacilantes* son sierras circulares sujetas oblicuamente á su eje, de modo que, al girar, su periferia va describiendo una curva ondulante. Se emplean con ventaja para abrir mortajas y ranuras, cuyo ancho depende del grado de oblicuidad que se da á la hoja respecto del eje. Asimismo suelen usarse sierras de este género, muy pequeñas, para hacer em-

palmes de espiga, de las dichas de cola de milano. Otra sierra especial, también circular, es la llamada *esférica*, porque, como indica la fig. 278, su forma es la de un trozo de esfera hueca. Se emplea en cortar los fondos de los toneles, ó, mejor dicho, con el fin de dar á los bordes de éstos la inclinación necesaria para su unión con las duelas. La sierra *cilíndrica* (fig. 279) consiste en un cilindro formado con chapa de acero, uno de cuyos bordes recibe una dentadura fina; es un instrumento muy difícil de formar, y se emplea también en la construcción de toneles.

Las sierras más sencillas son, sin disputa, las destinadas á cortar ciertas piedras, pues su hoja es lisa, sin dientes de ningún genero. El efecto cortante se produce por medio de arena fina y dura, que se introduce en el corte, mezclada con agua, aumentándose mediante pesas sujetas á la armadura de la sierra. Ésta obra horizontalmente al impulso de dos hombres ó de algún mecanismo, y divide el mármol, la pizarra y otras piedras más duras en bloques cuadrangulares, losas y planchas. Sin embargo, hay también piedras de construcción muy blandas, como, por ejemplo, la caliza terciaria de la cuenca de París, que se cortan fácilmente en seco, con sierras de grandes dientes triangulares y derechos. Mencionaremos también una sierra original, ideada por *Zerva*, para sacar en las canteras de Niedermeding (Prusia renana), los bloques de lava basáltica muy dura, que se convierten en muelas harineras. Consiste sencillamente en una cuerdecita de alambre sin fin, movida á impulso de un malacate y cuyo efecto cortante se debe, como en las sierras lisas de cortar piedra, á la arena que se introduce continuamente en el corte mediante un chorrito de agua.



FIG. 279.
Sierra cilíndrica.

En los últimos años se ha aplicado con ventaja la sierra para cortar grandes piezas de hierro, tanto en frío como en caliente. La forma empleada es la circular, y el material un acero muy resistente, que en muchos casos llena su objeto de un modo perfecto, sin necesidad de ser templado.

LIMAS

Para elaborar los metales, ninguna herramienta encuentra una aplicación tan general como la lima, por más que su esfera de acción se ha reducido bastante en los últimos tiempos, merced al empleo, cada vez más extenso, de máquinas de cepillar, discos de esmeril, y muy especialmente de las máquinas de fresar ó avellanar.

Excepción hecha de ciertas clases de limas, formadas por un alma de hierro revestida con una capa de acero, así como de otras grandes y pequeñas

de calidad muy inferior, que sólo reciben un acerado superficial, todas las demás se componen enteramente de acero endurecido hasta el grado máximo. La lima es la única herramienta que posee y debe poseer este grado extremo de dureza, que se obtiene inmergiéndola candente en agua fría y dejándola sin destemplar; y por consiguiente, siempre es bronca y quebradiza. Cuando se ha embotado hasta el punto de ser inservible, no se puede aguzar ó afilar como las demás herramientas cortantes ó punzantes, sino que es necesario volver á tallarla ó picarla, cual si se tratara de una lima enteramente nueva. Caso de que esto sea impracticable, la lima usada, siendo de acero superior, sólo se puede utilizar como material para la fabricación de buriles, raspadores y otros instrumentos por el estilo.

El tamaño de las limas varía muchísimo, pues se dan del largo de cerca de 50 centímetros hasta de dos solamente, de las que estas últimas se emplean en relojería. Según el grado de la talla ó picadura, se distinguen por lo general limas bastas, medianas ó bastardas, finas y sobrefinas; pero estas expresiones solo tienen valor cuando se conoce el tamaño de las limas á que se refieren, pues una lima fina de 15 centímetros de largo, por ejemplo, tiene una picadura más fina que una de 30 centímetros; además, no sólo varían semejantes designaciones entre los fabricantes de diferentes países, sino también entre los de una misma nacionalidad. También rigen en el comercio diversas denominaciones, según el modo usual de empaquetar las limas, el de venderlas y los usos especiales á que se destinan. Distínguense, en primer lugar, limas por peso y limas por medida; comprendiendo aquéllas las limas dichas de brazo, que son las más grandes, pesadas y bastas; las de maquinaria, algo más pequeñas y de picadura mediana, otras varias clases y las llamadas de paquete, es decir, que se venden por mazos atados de peso determinado y conteniendo dos, tres, cuatro ó más limas. Las clases restantes se designan con arreglo á su longitud, grado de picadura y empleo, hablándose, por ejemplo, de limas de cerrajero, de afilar sierras, de relojero, platero, etc., de tantos centímetros, bastas, medianas ó finas.

Lo dicho se refiere á las relaciones entre fabricantes y comerciantes, pues entre éstos y los consumidores, las limas se designan con arreglo al grado de la picadura, la forma y el empleo. Respecto de la forma se distinguen, según la sección, limas planas ▭, cuadradas □, triangulares △ redondas ○, semirredondas ◠, de lengua de pájaro ◇ ó lenticulares, de espada ◇, y de cuchilla ◁; diferenciándose además las que tienen el mismo ancho en toda su longitud, de las que son más anchas en su base que en su extremidad libre, ó cuya anchura disminuye gradualmente desde la parte media hacia los dos extremos. Por regla general, las limas contienen una espiga en un extremo, para afianzarlas á un mango de madera; pero se fabrican también limas con dos espigas, que reciben un mango en cada extremo.

A veces el mango redondo de madera se sustituye con uno de hierro encorvado que se sujeta en el lado superior de la espiga, á fin de poder limar una superficie plana con mayor facilidad.

El material para las limas más pesadas y bastas es el acero ordinario, cementado ó pudelado; empleándose para las medianas un acero más fino, y para las de calidad superior el acero fundido. Este último es el mejor que existe para el objeto, porque además de su dureza se distingue por su tenacidad y la homogeneidad de su masa; uniformidad de que carece á menudo el acero cementado, cuya estructura es con frecuencia pizarrosa. Las limas muy bastas, destinadas á limpiar la superficie de las piezas de fundición, se forman directamente en moldes, con su picadura y todo. Las pequeñas limas redondas empleadas por los cerrajeros para limar agujeros, se hacen con frecuencia de hierro dulce, y se someten á una cementación ó carburación superficial; pero las mejores limas de este género se componen exteriormente de acero é interiormente de hierro, es decir, que reciben un alma de este último material, á fin de que no se rompan.

La fabricación de las limas se desarrolló primero en grande escala en Inglaterra, que hasta principios de este siglo surtía de limas á todas las demás naciones; pero desde entonces Alemania, Francia y Suiza se han hecho independientes en ese ramo industrial, y después ha sucedido lo propio con los Estados Unidos. Los fabricantes suizos producen limas finísimas para la relojería, superiores á las inglesas, y las limas finas fabricadas en París hallan también mucha aceptación.

Dicha fabricación recorre, digámoslo así, cuatro etapas principales: el forjado, el amolado, la talla ó picadura, y el temple. El maestro de forja trabaja con un fuego de cok y necesita un ayudante; su yunque tiene un cortafrío fijo para separar las limas forjadas de la barra de acero de que se sacan, y además diferentes matrices, mediante las cuales forma las limas triangulares, redondas y semirredondas; las planas y cuadradas se forman únicamente con el martillo. El maestro coge con una mano la barra de acero, candente en un extremo, y maneja con la otra un martillo relativamente ligero, mientras que los golpes más fuertes los reparte su ayudante con un pesado martillo, que maneja con ambas manos. Merced á la práctica continua de un mismo trabajo, adquieren estos operarios tanta destreza y ligereza, que forjan con rapidez las limas, dejándolas perfectamente formadas, lisas y sin la más leve señal de los golpes. Las triangulares se forman mediante una sencilla matriz ó molde de hierro macizo, en cuya depresión ó hueco se coloca y golpea la barrita candente de acero; dicho hueco abierto moldea dos lados de la lima, y el tercero resulta naturalmente del contacto con el yunque, al invertirse el molde y golpearse su base. Las limas semirredondas se construyen de la misma manera en otra matriz ó molde abierto, de forma adecuada; mientras

que las redondas se producen, también á golpe, en un molde doble. Semejante trabajo se aligera considerablemente mediante el empleo de las barritas de acero que hoy se laminan al efecto con sección triangular, semirredonda y redonda.

Forjadas las limas, ó más propiamente hablando, el cuerpo de ellas, es preciso ablandar el acero hasta el grado necesario para que se pueda picar. Dichos cuerpos de lima se colocan al efecto en un horno á propósito, donde se caldean hasta el rojo, y en el que se dejan enfriar con mucha lentitud. El número de limas sometido de una vez á semejante tratamiento, varía natural-



FIG. 280.—Taller de un picador de limas.

mente según las dimensiones del horno: en las grandes fábricas hay hornos que admiten de 1.000 á 1.500 kilogramos de limas á un tiempo; pero muchos fabricantes se contentan con la mitad de esta cabida. La operación de caldear y enfriar dura, por regla general, varios días.

Como todos los artículos de acero sometidos al caldeo, los cuerpos de lima, al salir del horno, están revestidos con una tenue capa de óxido; además, sucede generalmente que muchos de ellos se tuercen ó alabean bajo la acción del calor. Es preciso, pues, enderezarlos con el martillo, operación que se verifica en frío y sin dificultad, dado su estado de blandura; con ello se desprende también parte de dicha capa de óxido; pero para limpiarlos por completo y dejar su superficie enteramente lisa, es preciso amolar ésta con la piedra giratoria, hecho lo cual pasan al taller de picadura.

La fig. 280 representa el interior de uno de dichos talleres; las herramientas

del picador de limas consisten en un yunque de superficie plana y lisa, planchas de plomo ó cinc, que sirven de base para las limas picadas ya en un lado, cinceles de boca muy ancha, y un martillo; y su trabajo se reduce á formar las entalladuras ó estrías más ó menos profundas que constituyen la parte, digamos así, activa de la lima, á cuyo efecto aplica el filo del cincel sobre el cuerpo de ésta, como indica nuestro grabado, y golpea su cabeza con la fuerza adecuada, corriendo la lima sobre el yunque á medida que adelanta el trabajo. El peso del martillo varía según el calibre de las limas, siendo de 1 á 3 kilogramos para las mayores y medianas, y reduciéndose hasta 30 gramos para las más pequeñas y finas; tiene también dicho martillo una forma particular y un mango encorvado, que se afianza, no en el centro de la cabeza, sino más hacia su extremo superior, como se ve claramente en el grabado. Los cinceles son siempre más anchos que las limas á que corresponden, y su filo es más agudo para las picaduras finas que para las bastas.

Se distinguen limas de picadura sencilla, y otras de picadura doble ó cruzada. Las primeras sólo ostentan una serie de estrías ó entalladuras paralelas, y se emplean principalmente para limar el estaño, el plomo y otras materias relativamente blandas, porque las limaduras se adhieren menos á ellas; también las limas con que se afilan las sierras son de picadura sencilla. Pero la mayor parte de las limas tienen picadura doble, es decir, que la primera serie de entalladuras producidas por el cincel, en dirección oblicua al eje de la lima, está cruzada por otra serie, producida después con el mismo instrumento, en sentido oblicuo contrario; de modo que la superficie de la lima aparece como cubierta de multitud de pequeños dientes de base romboidal. Como al picar las limas se inclina siempre el cincel un poquito hacia adelante, es decir, con su filo dirigido ligeramente hacia la espiga, dichos dientecillos tienen el lado anterior más derecho, mientras que el posterior ofrece una inclinación más gradual; por consiguiente, corta la lima siempre ó agarra mejor cuando se empuja, que es también como se puede ejercer más fuerza en este género de trabajo; siendo de mucho menor efecto sus dientes en la carrera de retroceso, es decir, cuando se hace tiro de ella. Además, las entalladuras ó picaduras de la segunda serie siempre forman con el eje de la lima un ángulo algo más agudo que las de la primera; de modo que los puntos de cruzamiento, y por consiguiente los dientes mismos, no resultan alineados paralelamente á dicho eje; por lo tanto, entra de una vez en acción mayor número de dientes que de otra manera sucedería, y el trabajo cunde más y resulta más uniforme.

La picadura de las limas semirredondas y redondas se verificaba antes exclusivamente con cinceles de filo derecho, como los usados para las limas planas; pero como un filo recto no tiene más que un punto de contacto cuando se coloca transversalmente á la superficie curva, sólo pueden producirse con él entalladuras parciales, siendo necesario repetir la operación varias veces

y en diferentes posiciones de la lima, hasta dejar completamente picada su superficie. De aquí el aspecto desigual que presenta la picadura de muchas limas de este género, pues cada entalladura se compone de una serie de cortes pequeños. En los últimos años, sin embargo, han adoptado algunos picadores cinceles cuya boca está formada con arreglo á la misma curva que las limas en cuestión, de modo que el trabajo es el mismo que con las limas planas, aunque nunca sale tan perfecto.

El picador de limas trabaja (véase la fig. 280), á horcajadas sobre un banquillo detrás del yunque, colocando el cuerpo de la lima que va á picar con la espiga dirigida hacia sí, y sujetándolo por medio de dos correas, uno de cuyos extremos está fijo á la base del yunque, mientras que en el opuesto, que termina en un lazo y cae libremente al otro lado de dicha base, apoya su pie izquierdo como en un estribo. Mientras pica un lado de la lima, el lado inferior, todavía liso, descansa sobre el yunque de hierro, que salpica con un poco de arena fina, para que no resbale aquélla; cuando procede á picar el otro lado, coloca entre el yunque y la superficie ya picada, á fin de preservarla, un pedazo de cartón grueso, ó bien una plancha compuesta de plomo y estaño, ó una de cinc. Tratándose de limas de picadura doble ó cruzada, hay que pasar ligeramente una lima plana sobre la primera picadura, antes de proceder á la segunda, para alejar las finas rebabas; pues de no hacerlo quedarían obstruídas por completo ó atascadas durante la segunda picadura las entalladuras de la primera.

El trabajo del picador de limas se asemeja tanto al de una máquina, que hubo de pensarse, hace ya mucho tiempo, en efectuarlo mecánicamente, y son bastante numerosos los inventos y ensayos que podríamos referir; pero por extraño que parezca, dado un trabajo al parecer tan sencillo, los inventores han tenido que luchar con serias dificultades, y sólo en tiempos recientes han logrado producir máquinas de picar limas, verdaderamente prácticas y útiles. Hace años, considerábase como la mejor la inventada por *Bellot* de París, y que se hallaba en uso en Douai y Bruselas, produciendo una picadura bastante buena, por la octava parte del coste de la de mano. Consiste en esencia dicha máquina en un pequeño martinete de cola, que obra sobre un cincel mantenido en posición y elevado después de cada golpe por muelles, mientras que la lima, sujeta á una platina movible, avanza en sentido gradual en la medida que se quiere, pudiendo dar el martillo hasta mil golpes por minuto. Posteriormente se construyeron otras máquinas de picar más perfectas en Birmingham, desarrollándose allí la fabricación mécanica de limas; y en vista de los resultados obtenidos, los norteamericanos, que antes importaban limas inglesas en gran cantidad, se dedicaron seriamente al estudio de la cuestión, inventando también nuevas máquinas que les permitieron competir con ventaja con los fabricantes europeos. Pero la maquinaria más perfecta del género,

mediante la cual las limas se forjan, amuelan y pican mejor que á mano, se debe en los últimos años á la inventiva de *Dodge*, fabricante de Sheffield (Inglaterra); el juego ó la batería completa se compone de una máquina de forjar, una de amolar y siete máquinas de picar para diferentes clases de limas; la segunda y las terceras están calculadas para la elaboración del producto de la primera, y basta decir que una sola máquina de forjar de Dodge puede entregar en diez horas, mediante un motor de cuatro caballos de vapor, 900 cuerpos de lima de 35 centímetros, cuadradas, planas ó semirredondas. Dichas máquinas vienen dando los resultados más satisfactorios, no sólo en Inglaterra, sino también en los Estados Unidos, en Alemania y en Austria.

La última operación en la fabricación de las limas, y al mismo tiempo la más importante, es el temple; pues sólo después de endurecido el acero como corresponde, pueden manifestarse en una lima la bondad del material y de la picadura. Para asegurar en lo posible el mejor éxito de dicha operación, es preciso que la lima reciba una capa protectora que impida, durante el caldeo, su contacto con el aire, y, por ende, la oxidación de su superficie, y al mismo tiempo sea una fuente que proporcione más carbono al acero. Además son condiciones imprescindibles la de que la lima se caliente por igual en toda su longitud, y que el agua sea lo más limpia y fría posible; y, por último, es de importancia el modo de inmersión, pues de esto depende el que la lima salga derecha ó torcida, y las limas largas y delgadas se tuercen, al enfriarse repentinamente, con mucha facilidad.

Respecto de la protección de las limas contra la oxidación durante el caldeo, se pintaban antes con jiste (fermento de la cerveza), se salpicaban luego con sal molida y se dejaban secar; al introducirlas en el fuego, el jiste se carboniza y la sal se funde, resultando el baño ó revestimiento protector y carburizador deseado. En la actualidad se prepara al efecto una sustancia líquida, compuesta de jiste ó engrudo de harina, polvo de cuerno ó cuero calcinado, y una disolución de sal comun, con la que se bañan las limas antes de caldearlas, y produce un revestimiento fundido más denso que el anterior, economizándose las tres cuartas partes de la sal.

Para caldear las limas uniformemente y á una temperatura constante, hace ya tiempo que se venía empleando el baño metálico. En una vasija de hierro á propósito se fundía plomo, estaño ó una aleación de ambos, y en este baño, que se mantenía al rojo, se sumergían las limas hasta que adquirían la misma temperatura. La pérdida de plomo, resultante de la oxidación, así como el hecho de que dicho metal solía rellenar la picadura de las limas, que después se limpiaban difícilmente, fueron más tarde motivos para que el empleo de semejante baño cayera en desuso; pero en tiempos recientes ha vuelto á adoptarse, desde que algunos fabricantes idearon medios de evitar dichos inconvenientes. La oxidación del plomo se anula mediante una capa de sales fundidas

que flota sobre el baño, mientras que la adhesión del plomo á la lima misma se evita revistiendo ésta con una sustancia más densa que antes; la temperatura de un baño de 1.000 á 2.000 kilogramos de metal es, como se comprende, muy constante, de modo que las limas se calientan por igual, y por lo mismo se templan ó endurecen uniformemente. Pero aunque se observen las mayores precauciones, suele suceder que alguna que otra lima, en especial las delgadas y largas, se tuerce un poco en el baño candente, y es preciso, en el momento de sacarlas de él, examinar todas las limas mediante una rápida ojeada y enderezar las torcidas, dándoles un golpe acertado con un pequeño mazo de madera, antes de inmergirlas en el agua. Esto basta para las limas de sección simétrica, como las planas y redondas; pero tratándose de limas plano-convexas ó semirredondas, hay que proceder de un modo algo distinto, teniendo en cuenta que el lado convexo representa una superficie mayor que el plano, y que en él la contracción resultante del enfriamiento repentino ha de ser mas enérgica, produciendo la curvadura respectiva. En efecto; si una lima semirredonda, candente y perfectamente derecha se introduce de pronto en el agua fría, su lado redondeado se contrae antes que el plano, atrayendo hacia arriba la punta, de modo que la lima endurecida resulta arqueada. Por consiguiente, para evitar esto, no basta que semejante lima sea derecha, al tiempo de meterla en el agua, sino que es preciso, mediante un golpe de mazo, encorvarla hacia su lado plano, á fin de que se vuelva á enderezar durante el enfriamiento, y quede al cabo perfectamente recta. Es evidente, pues, que el temple de las limas no es una operación tan sencilla como á primera vista parece, sino que, por el contrario, supone mucha experiencia y no poca destreza.

Después de templadas las limas, se limpian con un cepillo para quitar los restos del revestimiento que todavía quedan adheridos á su superficie; hecho lo cual se lavan y se mojan con agua de cal para evitar su oxidación ulterior, secándose luego. Por último, hay que destemplar su espiga, pues de quedar endurecida, se rompería muy pronto; esto se verifica introduciéndola en un baño de plomo ó de una aleación compuesta de cien partes de plomo por trece de estaño, y cuya temperatura debe estar poco superior al punto de fusión. Terminada esta operación, las limas se vuelven á limpiar, se untan con aceite, y se empaquetan para el comercio.

Ciertas limas de calidad inferior se fabrican hoy de hierro, cuyo metal se convierte superficialmente en acero al tiempo de caldearlas para el temple. Se revisten al efecto con una pasta de engrudo y sal que contiene ferrocianuro de potasio, medio carburizador muy enérgico que da lugar, durante el caldeo, á la formación de una capa relativamente gruesa de acero, que adquiere mucha dureza al introducirse las limas en agua fría.

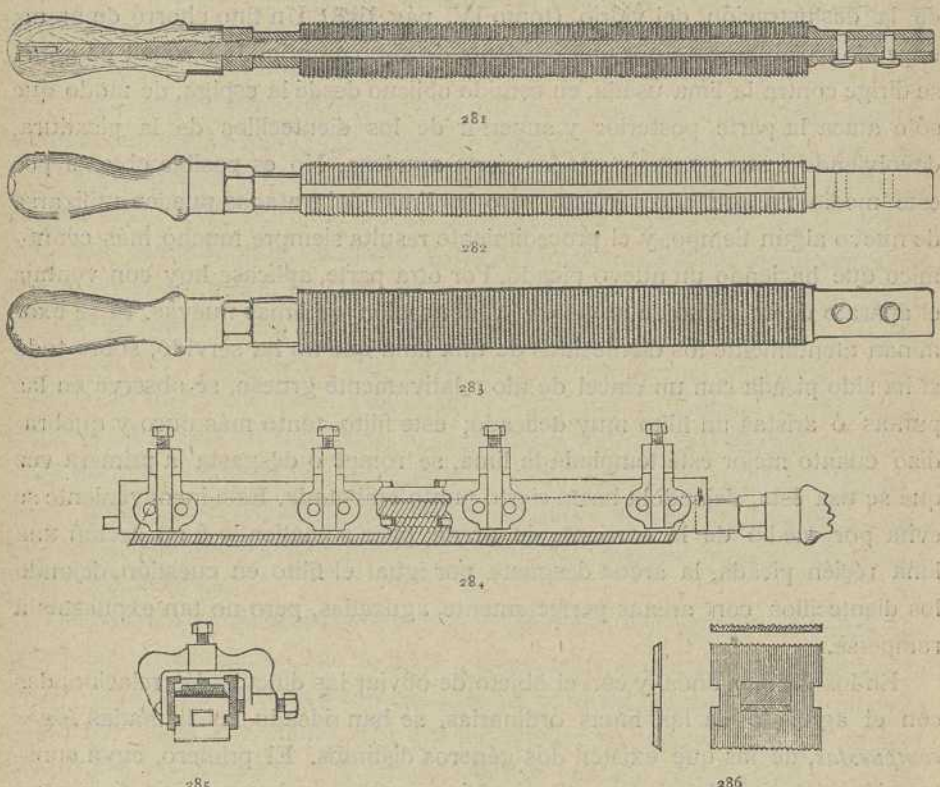
El aguzado de las limas usadas consiste, por regla general, en una nueva

picadura de ellas, y supone, por lo tanto, una repetición de todas las operaciones que en la fabricación misma suceden al forjado. En este caso, el amolado á que se someten dichas limas usadas después de ablandarlas en el horno, tiene por objeto, no sólo quitar la capa de óxido, sino también hacer desaparecer todo rastro de la picadura anterior; algunos fabricantes emplean al efecto una máquina de cepillar, de construcción especial.

De algunos años á esta parte se ha venido aplicando al aguzado de las limas usadas el aparato de corriente de arena de que hablamos al tratar de la deslustración del vidrio (tomo IV, pág. 658). Un fino chorro de arena, impelido violentamente por una corriente de aire comprimido ó vapor de agua, se dirige contra la lima usada, en sentido oblicuo desde la espiga, de modo que sólo ataca la parte posterior y superior de los dientecillos de la picadura, devolviendo á sus puntas gastadas cierta agudeza. No es posible obtener por este medio un aguzado perfecto; pero las limas así tratadas pueden utilizarse de nuevo algún tiempo, y el procedimiento resulta siempre mucho más económico que haciendo un nuevo picado. Por otra parte, aplícase hoy con ventaja el aparato de corriente de arena en la fabricación de limas nuevas. Si se examinan atentamente los dientecillos de una lima que no ha servido, sobre todo si ha sido picada con un cincel de filo relativamente grueso, se observa en las puntas ó aristas un filito muy delicado; este filito, tanto más duro y quebradizo cuanto mejor esté templada la lima, se rompe ó desgasta la primera vez que se usa ésta, dejándola hasta cierto punto embotada. Este inconveniente se evita por medio de la corriente de arena; pues sometiendo á su acción una lima recién picada, la arena desgasta por igual el filito en cuestión, dejando los dientecillos con aristas perfectamente aguzadas, pero no tan expuestas á romperse.

En los últimos años, y con el objeto de obviar las dificultades relacionadas con el aguzado de las limas ordinarias, se han ideado las llamadas *limas compuestas*, de las que existen dos géneros distintos. El primero, cuya construcción muestran las figuras 281 á 286, se compone de una serie de pequeñas planchas de acero, de unos 30 milímetros en cuadro y 2 de grueso, finamente acanaladas en un lado, y con un agujero cuadrado en el centro, mediante el que se ensartan, digámoslo así, sobre una varilla de hierro (fig. 281) que tiene en un extremo una basa y en el opuesto una rosca, sobre la que se atornilla el mango que sujeta las planchitas, oprimiéndolas una contra otra. Dicha varilla es de sección algo más pequeña que los agujeros de las planchitas, de modo que, antes de sujetarse, puede darse á éstas cierta inclinación respecto del eje de la varilla, fijándose en semejante posición por medio de abrazaderas de tornillo, como indican las figuras 284 y 285; merced á dicha inclinación, los bordes de las planchitas, en dos lados opuestos, forman una serie de pequeñas gradas, y entonces esas dos superficies se someten á la

acción de una piedra de amolar, hasta dejarlas perfectamente lisas. De este modo, los dos bordes correspondientes de cada planchita resultan achaflanados; y como las acanaladuras ya referidas están perpendiculares á ellos, la arista saliente de ambos presenta una serie de dientecillos, como se ve en la figura 286. Si se vuelven á enderezar las planchitas sobre la varilla, acuñándolas mediante una tira de hierro y apretándolas una contra otra, atornillando el mango, dichos dientecillos constituyen en conjunto superficies parecidas á las



FIGURAS 281 Á 286.—Lima compuesta.

de una lima (figuras 282 y 283), que se prestan, en efecto, á limar el hierro y otros metales. No necesitamos añadir que cuando se embotan semejantes limas, basta para aguzarlas fijar las planchitas en la posición inclinada, y amolar de nuevo sus bordes. Las limas compuestas del segundo género se forman de tiras de acero más ó menos largas, provistas de dientecillos en sus bordes, y que se atornillan longitudinalmente una contra otra, de manera á constituir como un sólido paquete de hojas de sierra.

Diremos, por último, que se fabrican hoy limas llamadas de esmeril, que consisten en un alma de hierro cuya superficie se reviste con una pasta de polvo de esmeril, que se endurece al secarse. Semejantes instrumentos, de

mayores dimensiones y con esmeril de grano relativamente basto, pueden sustituir, en ciertos trabajos, á las limas verdaderas; en su forma más pequeña y de grano más fino, hacen las veces del papel de esmeril que se emplea para alisar las superficies metálicas previamente limadas.

La *escofina* desempeña, en la elaboración de la madera, el cuerno y otras materias análogas, el mismo papel que la lima en la de los metales. Las diferentes formas que suele recibir, así como el modo de su fabricación, son esencialmente iguales á los de las limas; salvo que se pica, no con un cincel propiamente dicho, sino con una punterola de acero. Su punta es triangular, es decir, formada por tres superficies convergentes, y al herir oblicuamente el acero, levanta en él como una astillita, que sobresale de la superficie cual púa ó dientecillo puntiagudo; estos dientes, repartidos sobre toda la escofina, constituyen, digámoslo así, los órganos activos de la herramienta; cada uno supone un golpe de la punterola, y el arte del picador consiste en la igualdad de sus golpes, ó sea en la formación de dientes iguales, así como en su distribución más adecuada, debiendo aparecer cada diente de una serie exactamente enfrente del espacio que separa los dientes de la serie inmediata. Por esto, y faltando el punto de comparación que al picar la lima ofrecen las entalladuras rectilíneas, la picadura de la escofina es operación más difícil que la de aquélla.



CERRAJERÍA

Apuntes históricos. — Antiguas cerraduras griega, egipcia y china.—Cerrajería de la Edad Media y del Renacimiento.—Progresos posteriores.—Las diversas partes de la cerradura.—Las diferentes clases de cerraduras.—Cerradura de golpe; de fiador sencillo; nuevas construcciones; candados.—Cerraduras de seguridad.—Principio de los fiadores combinados.—Cerraduras de Bramah, Chubb, Yale y otros.—Arcas de seguridad.—Avisadores eléctricos, etc.

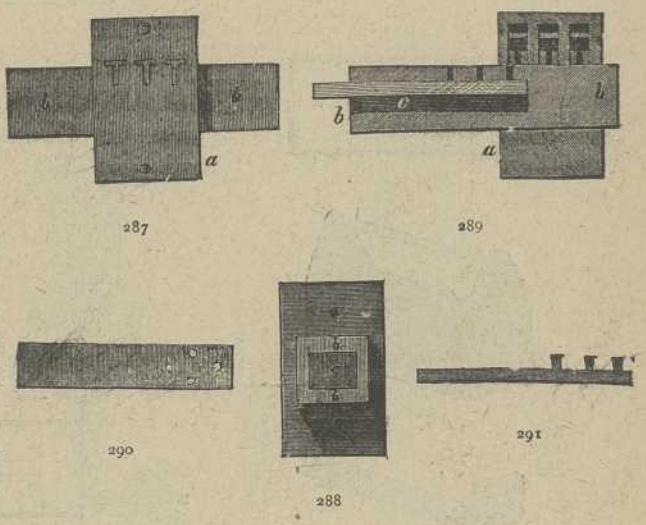
En textos tan antiguos como los homéricos y bíblicos se habla de cerraduras y de llaves, y es evidente, por lo tanto, que en tiempos muy remotos se sentía ya la necesidad de resguardar casa y bienes. Es de suponer que los medios empleados al efecto en la antigüedad fueron, en general, muy primitivos ó sencillos; pero las noticias que se han podido desentrañar acerca de ellos son muy superficiales.

El dato más antiguo que conocemos en materia de cerrajería, se encuentra en la *Odisea*, donde se lee que Penélope se servía de una llave metálica, encorvada, con empuñadura de marfil, para abrir un cuarto despensa. La cerradura griega antigua, á la que se refiere Homero, consistía esencialmente en un cerrojo, sujeto en el lado interior de la puerta, y que, para efectuar el cierre, se corría desde el exterior por medio de una estrecha correa, que se sujetaba entonces, haciendo en ella un nudo. Penélope, según dicho texto, desata primero este nudo; luego introduce la larga llave, parecida á la mitad de unas tenazas, en un agujero de la puerta, muy por encima del cerrojo, y tanteando hasta meter la punta de aquélla entre dos partes salientes de éste, lo corre hacia atrás, y abre la puerta. Los romanos siguieron empleando, durante mucho tiempo, simples trancas de madera para cerrar por dentro las puertas de sus casas, como lo demuestran las ruinas de Pompeya; pero para la cerradura de sus arcas y armarios se valían de medios más ingeniosos, entre ellos la célebre cerradura lacedemónica. Generalmente hablando, la cerrajería de dicho pueblo parece haberse perfeccionado con la decadencia de las costumbres republicanas, y algunas llaves romanas que se han conservado demuestran que en tiempos posteriores existían ya cerraduras que tenían una especie de guardas. Por otra parte, parece que los medios de cierre que sólo se fijaban á las puertas mediante una cadena, ó sean los que hoy llamamos candados, se usaron antes que los más ó menos parecidos á nuestras cerraduras propiamente dichas.

Las antiguas llaves halladas en Egipto son sencillamente ganchos metálicos á manera de ganzúa, á propósito para correr un cerrojo desde la parte opuesta de una puerta. Pero en dicho país se empleó desde tiempo inmemorial, á lo que parecen indicar las esculturas más antiguas, una cerradura muy ingeniosa, aunque hecha por completo de madera. Esta antigua cerradura egipcia se encuentra todavía en uso, no sólo en el país del Nilo, sino también en varias partes de Turquía, y es en extremo interesante, porque realiza, si bien de una manera tosca, el principio de la combinación en que se funda la construcción de las cerraduras de seguridad modernas. Por esto creemos oportuno examinar su mecanismo con algún detenimiento.

Las figuras 287 y 288 representan dicha cerradura tal como aparece exteriormente en vista lateral y de frente: *a*, señala la caja, *b b* el pestillo que la atraviesa de parte á parte, y *c* el ojo ó la abertura por donde se introduce la llave; la fig. 289 ofrece una sección longitudinal con la llave metida, y las figuras 290 y 291 reproducen esta última en dos posiciones. Las piezas que determinan el cierre se ven claramente en la sección, y son pequeñas clavijas que juegan con libertad en los huecos respectivos de la caja; pueden elevarse desde abajo, y cuando se dejan libres, caen hasta donde lo permiten sus cabezas. En la parte superior del pestillo *b* se encuentra para cada clavija

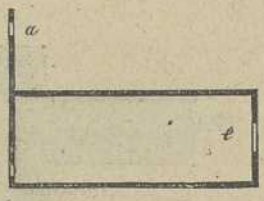
un agujero (en el caso presente son cuatro); de modo que cuando se corre dicho pestillo en la caja hasta la posición que tiene en la fig. 287, las clavijas caen en los agujeros, efectuando el cierre, como indica el grabado, aunque en realidad no se ven desde el exterior. Además de los agujeros referidos, el pestillo, que no es más que una pieza de madera de sección cuadrada, está vaciado desde su extremo anterior hasta poco más de la mitad de su largo, según se ve en la fig. 289; dichos agujeros desembocan en el hueco, y cuando las clavijas caen en ellos, sus puntas se encuentran al nivel del mismo. La llave está constituída por una tablita de madera, que tiene en un extremo pequeñas clavijas fijas (figuras 290 y 291), cuyo número (cuatro en este caso) y posición corresponden exactamente á los de los agujeros del pestillo; cuando se introduce hasta el fondo del hueco de éste, sus clavijas se encuentran precisamente debajo de las de la cerradura, de modo que basta levantar la llave para empujar éstas hacia arriba, fuera de los agujeros del pestillo, y poder correr éste hacia atrás, como indica la fig. 289; en tal posición, la cerradura se halla abierta y puede retirarse la llave. Cuando de las clavijas de la cerradura no se encuentran dos ó más en una línea correspondiente ó paralela al eje del pestillo, basta correr éste hacia adentro para efectuar de nuevo el cierre; pero en casos como el presente, en que dos de dichas clavijas se hallan alineadas como decimos, es preciso volver á introducir la llave en el pestillo, llenando sus agujeros, antes de correrlo á su sitio definitivo; porque de otro modo la primera clavija caería en el agujero correspondiente á la última, impidiendo la entrada del pestillo. Como se ve, pues, la particularidad de la cerradura en cuestión consiste en el número y la disposición de sus clavijas, que pueden variarse de muchas maneras. Otra cerradura muy antigua, cuyo cierre se verifica mediante pequeñas varillas de madera, que pueden levantarse por medio de una llave dentada, corriéndose entonces el pestillo con la otra mano, se encuentra todavía en uso en algunas partes de Europa, como el Cornwall, las islas Faroer, Hessen, Westfalia y Silesia; su empleo parece



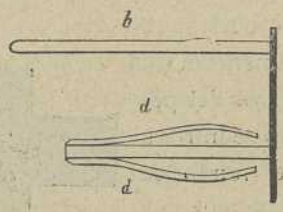
FIGURAS 287 á 291.—Antigua cerradura egipcia.

haberse propagado antiguamente de Occidente á Oriente, hasta Persia; pero no es verosímil que tuviera su origen, como creen algunos, en la cerradura egipcia que acabamos de describir.

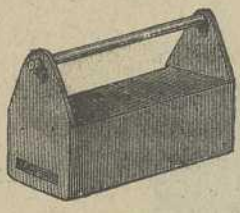
Los romanos se servían, como ya hemos dicho, de candados, cuya construcción se parecía mucho á la del candado chino, tal como se usa todavía en el Celeste Imperio y se emplea allí desde tiempo inmemorial. Compónese este candado de dos partes, que reproducen en sección las figuras 292 y 293, y que unidas constituyen el objeto representado en la fig. 294. La caja (fig. 292), hecha generalmente de plancha de latón, tiene al pie de su cara anterior una aber-



292



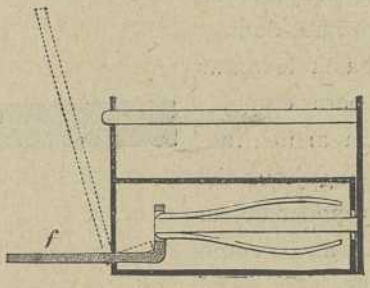
293



294



295



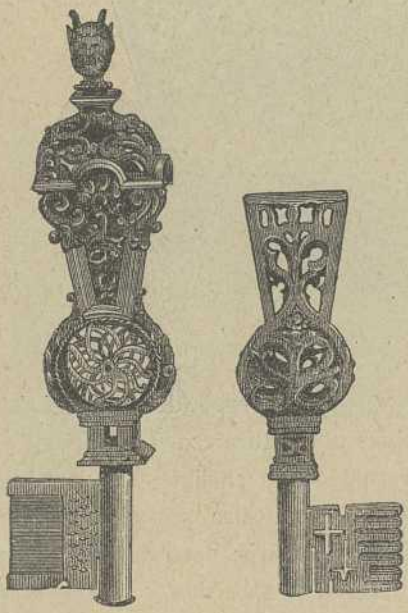
296

FIGURAS 292 á 296.—Candado chino.

tura, *o*, destinada á la llave, y en la parte superior de dicha cara un agujero, *a*, en el que se aloja la extremidad libre del pasador *b*, fijo á la otra mitad del candado (fig. 293), mientras que su cara posterior se halla perforada en *e*, para dar paso á lo que podemos llamar el pestillo *c*, fijo también en la segunda mitad. En la extremidad libre de este pestillo se hallan soldados dos resortes, *d d*, que se comprimen al pasar por la estrecha abertura *e*, para recobrar luego su posición y constituir el cierre, impidiendo la separación de las dos partes del candado. Para abrir éste, separando dichas partes, se introduce la llave *f* (fig. 295), hecha de palastro, en la abertura *o*, inclinándola de la manera indicada en la fig. 296 por las líneas punteadas; y después de enderezarla se empuja hacia adentro, de modo que, deslizándose su abertura *g* sobre el pestillo *c*, los resortes *d d* resultan comprimidos, y la separación de las dos piezas del candado se verifica fácilmente. El principio, pues, es muy sencillo, y no

ofrece mucha seguridad, si bien la forma de los resortes es susceptible de alguna variación. Sin embargo, esta construcción halló antiguamente mucha aceptación fuera del Celeste Imperio, propagándose desde esta parte del globo, ó bien habiendo sido inventada independientemente en otros países. En efecto; se encuentran candados análogos en la India, en Persia y Egipto, y se emplearon antes en Alemania, según lo demuestran varias piezas conservadas en diferentes Museos.

Si los ejemplos referidos demuestran que en la antigüedad, en Europa y otras partes del mundo, la construcción de cerraduras era ya objeto de la in-



FIGURAS 297 Y 298.—Llaves del siglo XV.

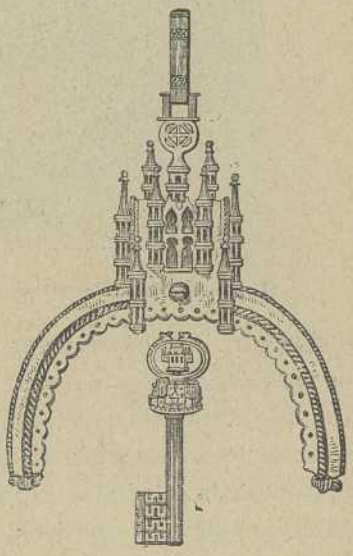


FIG. 299.—Cerradura y llave del siglo XV.

dustria humana, la inventiva desplegada posteriormente en el campo de la cerrajería, y muy en particular en nuestro continente, deja por completo en la sombra aquellos primitivos ensayos. Durante la Edad Media, dicha industria, que comprendía, como comprende todavía, además de cerraduras, candados y cerrojos, todo el herraje de puertas, ventanas y muebles diversos, se desenvolvió sobre una base artística en armonía con los progresos de la arquitectura; y los productos que de aquellos siglos se conservan aún, en forma de cerraduras, llaves, cerrojos, aldabones, rejas, cancelas, veletas, arcas de hierro, braseros, etc., etc., causan todavía, en muchos casos, la admiración de las personas entendidas. El principio técnico-artístico que tanto se hace valer en las obras del cerrajero de la Edad Media, y más especialmente en las que corresponden al siglo XV (véanse las figuras 297 á 303), estriba en la

propiedad del hierro dulce para constituir, en estado candente, un material por completo plástico que, bajo el martillo, se deja estirar, recalcar, pegar, extender en láminas delgadas, sacar en punta, torcer de diversas maneras, cortar, ramificar; en una palabra, transformar de mil modos, según el gusto ó capricho

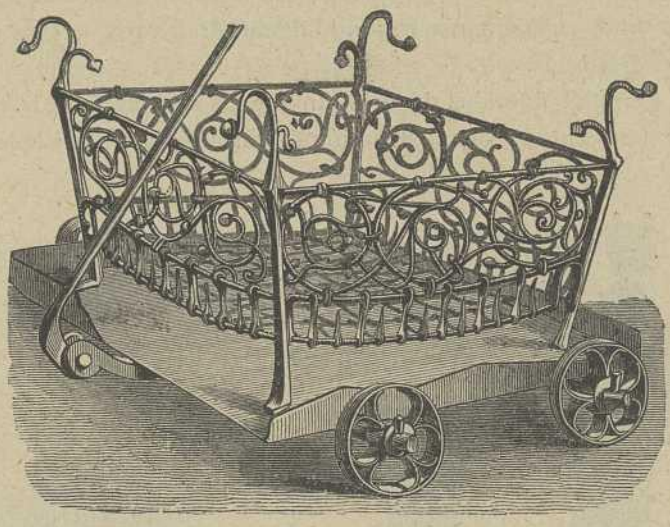


FIG. 300.—Brasero de hierro forjado, del palacio episcopal de Narbona (siglo XIII)

del artífice, para luego conservar, con la rigidez propia de un metal duro, las formas recibidas, cual si le fueran propias por naturaleza ó condición.

Aun bajo el dominio del estilo románico en el siglo XII, produjéronse obras excelentes de este género, como lo demuestra, por ejemplo, una hermosa puerta de la catedral de Notre-Dame en París; pero durante la influencia del estilo gótico, la cerrajería se desarrolló más rica y artísticamente, si

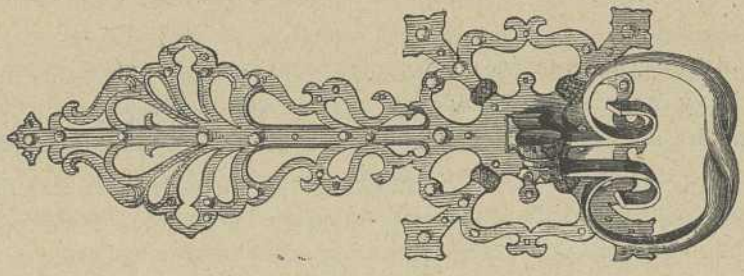


FIG. 301.—Antiguo aldabón de estilo gótico.

bien pasado el florecimiento de dicho estilo, lo recargado y extravagante de la ornamentación arquitectónica se reflejó también en la de los diversos trabajos del cerrajero. Sin embargo, el martillo mantuvo al menos su preeminencia en las obras de mayores dimensiones, y en el siglo XVI aumentó la afición

por los trabajos de abolladura ó repujados, particularmente en la ornamentación de cancelas, rejas y objetos análogos. Las cerraduras y llaves del Renacimiento ostentan también bastante labor con el martillo; pero al mismo tiempo los cerrajeros fueron ocupándose preferentemente en el perfeccionamiento del mecanismo, y en muchos casos se contentaron con una ornamentación más sencilla, valiéndose para ella de los procedimientos de incrustación y del mordido al agua fuerte, tan en boga entre los plateros y armeros de la época. Consérvanse todavía cerraduras de los siglos XVI y XVII que, respecto de la construcción del mecanismo, merecen el calificativo de obras maestras; los del alemán *Hirschvogel*, por ejemplo, que se guardan en el Museo germánico de

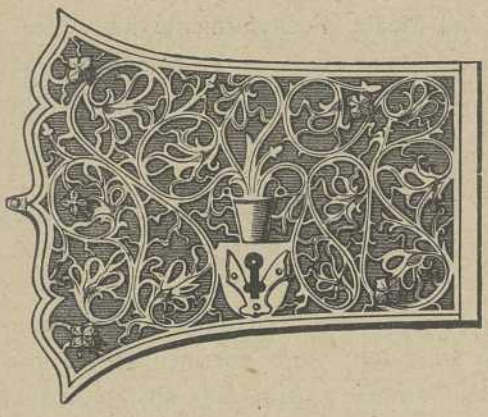


FIG. 302.—Antigua cerradura gótica alemana.

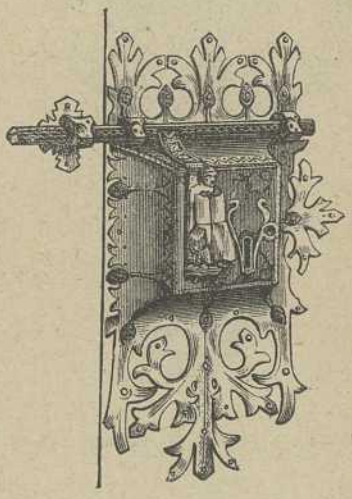


FIG. 303.—Cerradura de arca francesa (siglo XV).

Nurenberg, funcionan hoy, al cabo de trescientos años, con la misma precisión que cuando se hicieron. Algunas de las cerraduras de aquella época se distinguen por sus grandes dimensiones y la complicación de su mecanismo, pues las hay que ocupan toda la superficie interna de las tapas y puertas de arcas y armarios para que se construyeron.

Durante el siglo XVII creció todavía más que antes la afición por la ornamentación caprichosa de cancelas y rejas, y en el XVIII el estilo rococó ó churrigueresco había invadido completamente el campo de la cerrajería, produciéndose entonces obras que, si pecan por lo estrafalario y exuberante de sus adornos, no pueden menos de admirarse por la gran habilidad que revelan en el manejo del martillo. Pero desde entonces, y á medida que se fué generalizando el empleo del hierro colado, señalóse más y más la degeneración de la cerrajería artística, abandonándose los trabajos, más hermosos, pero mucho más costosos, de hierro forjado, por los de fundición, tan baratos y fáciles de producir. Al mismo tiempo, y perfeccionándose los aparatos y procedimien-

tos industriales, se desarrolló la fabricación en masa de cerraduras y herrajes de puertas y ventanas con arreglo á determinados modelos; y como se adoptara el sistema de embutir estos objetos en la madera, ó de disimularlos mediante la pintura, no se pensó más en una ornamentación que no tenía ya razón de ser en la mayoría de los casos. Sin embargo, después de un largo período de postración, durante el que la cerrajería artística estuvo poco menos que luchando con la muerte, empezó de nuevo en Inglaterra á dar señales de vida, volviendo á reproducirse allí en hierro forjado cancelas, verjas, cerraduras y demás herrajes de edificios, con arreglo á modelos escogidos de la Edad Media. Posteriormente ha vuelto este arte á tomar vuelo en Francia, y mas aún en Alemania, donde va cundiendo el gusto por las obras artísticas de hierro dulce, de estilo gótico y del Renacimiento.



FIG. 304.—Mango de llave del siglo XVI.

Para aumentar la seguridad de las cerraduras en los siglos anteriores, solían adicionársele toda clase de trampas, de construcción muy complicada, que después se abandonaron en su mayor parte, por ineficaces é incómodas. También se apreciaba mucho en aquellos tiempos una especie de cerradura de combinación, en forma del conocido *candado de letras*, que se emplea todavía, y cuya invención se atribuye á un tal *Ehemann*, de Nurenberg, en 1540, aunque es probablemente de origen más antiguo. La fig. 305 representa este candado en su construcción antigua, mientras que la 306 reproduce uno de construcción moderna, perfeccionada por el mécanico francés *Regnier*, á principios de este siglo; como saben nuestros lectores, no se necesita una llave para abrir y cerrarlo, sino que basta volver

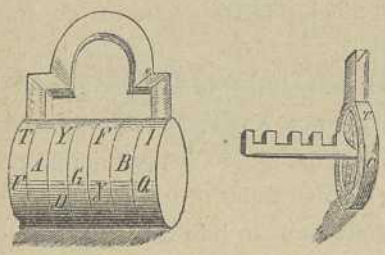


FIG. 305.—Antiguo candado alemán de letras.

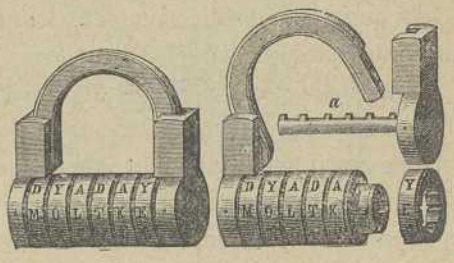


FIG. 306.—Candado moderno de letras.

los diferentes anillos que componen su parte cilíndrica, de manera que se presenten en fila horizontal las letras de un nombre ó una palabra determinada, para poder retirar el pestillo dentado *a;* cada anillo tiene entalladuras internas correspondientes á las diferentes letras que ostenta en su periferia, de modo que, una vez abierto el candado, se le puede cerrar formando con todos los anillos una palabra ó serie de letras cualquiera; pero para abrirlo otra vez es preciso formar la misma palabra ó serie con la que se cerró. La seguridad que ofrece este candado es, sin embargo, más ó menos ilusoria; pues aunque se ignore por completo la palabra que sirvió para cerrarlo, con un poco de paciencia se llega fácilmente á colocar los anillos de manera que sus entalladuras correspondan con los dientes del pestillo, y en esto consiste todo el misterio.

LAS DIVERSAS PARTES DE LA CERRADURA

Las numerosas construcciones de cerraduras que se inventan año tras año son prueba, no sólo de la necesidad de una defensa eficaz contra los curiosos y los que quieren apoderarse de lo ajeno contra la voluntad de su dueño, sino también de los perfeccionamientos en lo que podemos llamar el arte del ladrón, enemigo que posee hoy recursos de que las gentes honradas, en general, no tienen la menor idea, y que se esfuerza continuamente en aumentarlos, desplegando un ingenio digno de mejor empleo. En efecto; el ladrón de primera clase, digámoslo así, de aquellos que se dedican más especialmente á abrir arcas para llevarse su contenido, cuenta con todos los medios más adecuados para su faena nefanda; además de una colección muy completa de ganzúas ó llaves maestras de todas clases, cuñas, limas y sierras, tiene taladros y avellanadores de diferentes grados de temple, sopletes mediante los cuales puede destemplar el acero, pólvora, nitroglicerina y mechas para facilitar las fracturas, y hasta un espejo especial para reconocer por una pequeña abertura el contenido del arca que trata de robar. Para semejante industrial, el abrir sin llave la mayoría de las cerraduras ordinarias es un mero juego de niños; y aun lo consigue en muchísimos casos un cerrajero cualquiera, pues generalmente hablando, es mucho más aparente que real la seguridad que ofrecen nuestras cerraduras comunes.

Las partes esenciales de toda cerradura son: el *pestillo*, cuya cabeza, al verificarse el cierre, sale fuera de la caja, metiéndose detras de una plancha de metal fija al marco de la puerta, ó en una abertura del mismo; el *fiador* ó *seguro*, pieza sujeta en el interior de la caja, que asegura la posición del pestillo hasta que ésta se varía por medio de la llave; y, por último, la *llave*, que recibe las formas más variadas y sirve para apartar el fiador y correr el pestillo hacia adelante ó atrás, según que se trate de cerrar ó de abrir.

En el pestillo se distinguen la cabeza, ó parte gruesa, que asegura la puerta, tapa, cajón, etc., y con frecuencia se halla dividida en dos ó más ramas; y el asta, que queda escondida en el interior de la cerradura y es la parte sobre la que obra el paletón de la llave. El fiador recibe, por regla general, la forma de un gancho, y se oprime por medio de un resorte contra el asta del pestillo, sujetándola mediante una muesca en uno de sus bordes. En la llave se distingue el paletón, ó parte en que se labran las guardas, el asta, y el anillo que termina ésta y sirve para apoyar la mano; en las llaves hembras, es decir, que tienen vaciada el asta, ésta se llama canuto. Al girar la llave en la cerradura, el paletón levanta ó aparta el fiador y hace correr el pestillo, y según la construcción, se distinguen cerraduras de una, dos ó más vueltas, según las que tiene que dar la llave para correr por completo el pestillo; las cerraduras de dos ó más vueltas son generalmente las mayores, que se aplican á las puertas de entrada de los edificios, las arcas, etc. En algunas cerraduras de trampa ó secreto, el pestillo sólo puede correrse al dar vuelta y media, dos vueltas y media, etc. La llave, cuando es macho ó de asta llena, encuentra su apoyo en los ojos de la cerradura, es decir, de una parte, en una abertura reservada al efecto en la plancha anterior de la cerradura, y de otra en un agujero correspondiente, practicado en la platina posterior, que sostiene el mecanismo; tratándose de una llave hembra ó de canuto, el apoyo lo constituye una clavija fija perpendicularmente á dicha platina.

Sólo en las cerraduras pequeñas más ordinarias aparece el paletón de la llave macizo ó lleno, formando como una planchita; en todos los demás casos, dicho paletón, visto de lado, ostenta entalladuras y calados ó guardas más ó menos finas y complicadas, que lo dividen en dientes de forma más ó menos irregular, é indican que en el interior de la cerradura se encuentran piezas destinadas á dificultar, cuando no á impedir por completo, que el pestillo pueda correrse por medio de llaves extrañas ó ganzúas. Mirado de frente, dicho paletón presenta también con frecuencia diversos ángulos y vueltas, y con arreglo á la figura que forman éstos, se labra en cada caso el ojo anterior de la cerradura, de modo que, por regla general, sólo puede introducirse en él la llave que le corresponde. Cuando dicho ojo se halla al descubierto, no es difícil doblar una ganzúa de modo que reproduzca el contorno de su figura y pueda introducirse en él; y por esto, es decir, para mayor seguridad, las cerraduras suelen fijarse en la parte interior de las puertas, ó embutirse en su madera, de modo que dicho ojo se vea difícilmente desde el exterior, colocándose además, delante de él, un escudito de metal con abertura de figura distinta, pero que permite el paso de la llave.

Respecto del interior de la cerradura, el medio más antiguo para aumentar su seguridad lo constituyen las llamadas guardas, de cuya existencia dan prueba, como más arriba dijimos, las entalladuras ó calados en el paletón de

muchas llaves; más tarde se buscó también dicha seguridad en el fiador. Es verdad que este último medio se hallaba ya en uso en la antigua cerradura egipcia, anteriormente descrita, pues no eran sino fiadores aquellas clavijas que caían en los agujeros del pestillo; pero las cerraduras de fiador propiamente dichas cuentan poco más de cien años de existencia en Europa, y datan del tiempo en que el cerrajero *Barron*, de Londres, combinó las guardas con el fiador, produciendo de este modo cerraduras más perfectas. Dichas guardas, pues, son tiritas de chapa de hierro ó cobre, vueltas en arco de círculo y fijas generalmente sobre la platina posterior de la cerradura de tal manera, que sirven como de guía á la llave correspondiente, penetrando en las entalladuras de su paletón, mientras que constituyen un obstáculo para toda llave que no tiene entalladuras de la misma forma. La fig. 307 muestra una disposición muy sencilla de este género, ó sean dos guardas concéntricas, fijas á la platina posterior de la cerradura, y que penetran en dos sencillas entalladuras en la parte anterior del paletón de la llave. En la fig. 308, *a* y *b* señalan paletones con entalladuras (también llamadas guardas) anteriores, es decir, correspondientes á cerraduras que, como en el ejemplo ya referido, tienen sólo guardas en la platina posterior; mientras que los paletones que señalan las letras *d*, *c*, *e* y *f* ostentan entalladuras anteriores y posteriores, correspondiendo á cerraduras con guardas fijas en la cara interior de las dos platinas que constituyen su caja. En la formación de las guardas más complicadas, tanto de las cerraduras como de sus llaves, se parte de las figuras fundamentales T L Z, que se prestan á gran variedad de combinaciones; cuanto mayor sea su complicación, mayor es naturalmente la seguridad que ofrecen; pero también aumentan proporcionalmente las dificultades de construcción, y es evidente que las guardas muy complicadas debilitan sobremanera la llave. Además, la seguridad que ofrecen las guardas en la mayoría de los casos, es dudosa; pues aparte de que, mediante una tira de chapa revestida de cera que se introduce por el ojo de la cerradura, se obtiene fácilmente un modelo ó molde de ellas, con arreglo al cual puede hacerse una llave, no es siquiera preciso, para abrir la cerradura con una ganzúa, que ésta se amolde á todos los contornos de las guardas. Por ejemplo, se da el caso de que las cerraduras de todas las puertas de una casa, hechas en un mismo taller ó fábrica, pueden

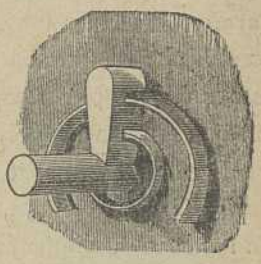


FIG. 307.
Guardas de una cerradura.

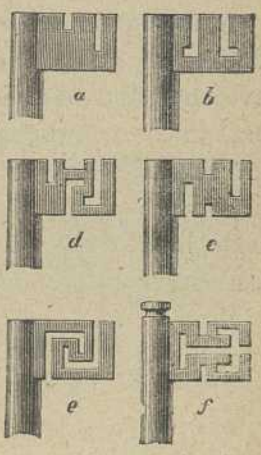


FIG. 308.—Paletones de llave de diversas formas.

abrirse con una sola llave maestra, á pesar de tener cada una guardas distintas, y por lo mismo una llave ordinaria, diferente de las demás, y que no se adapta á ninguna de éstas. Semejante llave maestra tiene, por lo común, en lugar de un paletón propiamente dicho, uno ó dos ganchos salientes (⌐ ¬) que sólo reproducen el contorno general de éste, de modo que se deslizan sin obstáculo sobre todas las guardas de las diferentes cerraduras. Otro motivo para que se tenga poca confianza en el medio de seguridad de que hablamos, es el hecho de que, para imponer ó causar ilusión, sin duda, á personas ignorantes ó poco prácticas, se fabrican llaves con guardas bastante complicadas, sin que existan las correspondientes en la cerradura misma.

Las cerraduras de otros tiempos eran, por regla general, de clavija; es decir, de llave hembra, sistema que se ha abandonado ya casi completamente en las cerraduras destinadas á abrirse por ambos lados; pues la única manera práctica de construir éstas de aquel modo, consiste en proveerlas de ojos que no se corresponden, cada uno con una clavija distinta, lo cual supone necesariamente un pestillo más complicado. Para evitar esto, semejantes cerraduras se construyen hoy para llaves maestras. Cuando el paletón de éstas tiene guardas, se ve en seguida, por regla general, si corresponde á una cerradura que se abre por ambos lados, pues ostenta una entalladura medianera que lo divide en dos partes iguales, cada una de las cuales tiene guardas en sentidos inversos, de modo que en realidad la llave posee dos paletones, ó sea uno para cada lado de la cerradura.

Al intento de aumentar la seguridad de las cerraduras, se han construído también con clavija hueca, fijando otra clavija en el centro del cañón de la llave; sobre esta base se han producido llaves de dos y hasta de tres cañones concéntricos, correspondientes á clavijas de cerradura del mismo género. Se dan asimismo clavijas de sección triangular, de cruz, romboidal, etc., para llaves con canuto de igual figura; en cuyos cásos, como se comprende fácilmente, la llave no gira alrededor de la clavija, sino que hace girar también á ésta: estas construcciones han caído ya en desuso.

DE LAS DIFERENTES CLASES DE CERRADURAS

Según la construcción, que depende del empleo, se distinguen diferentes clases de cerraduras. En primer lugar, tenemos las *cerraduras de palastro* ó *recercadas*, es decir, que su mecanismo se halla completamente encerrado en una caja de hierro; sirven para las puertas en general, en cuya parte interior, esto es, en el lado de la pieza que se trata de cerrar, se fijan por medio de tornillos, quedando á la vista cinco caras de la caja. Las *cerraduras embutidas*, cuyo mecanismo, por regla general, se halla sujeto á una platina vuelta en

ángulo recto del lado de la cabeza del pestillo, se embuten en la madera de la puerta, cajón de mesa, de cómoda, etc., de modo que sólo dejan ver al interior de éstas las dos caras externas de dicha platina. Las *cerraduras encajadas* ó *empanadas*, de construcción análoga á las anteriores, quedan disimuladas en una caja ó mortaja abierta en el espesor de la puerta ó cajón, caja que queda tapada por una platina estrecha, á través de una abertura en la cual pasa el pestillo. A las referidas hay que agregar los *candados*, ó cerraduras sueltas que todos conocemos y sirven para cerrar puertas, cofres, maletas, etc.; y por último, tenemos la importante categoría de las *cerraduras de seguridad*, con sus complicados mecanismos, que se destinan más especialmente á cerrar las arcas y los armarios de hierro, y los cuartos blindados, en que se guardan caudales y objetos de valor.

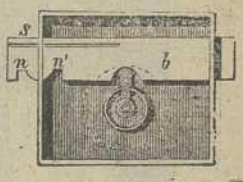


FIG. 309.
Cerradura de golpe.

Pasando ahora á la descripción de los mecanismos típicos de las cerraduras, empezaremos con la construcción más sencilla, ó sea la de las llamadas *cerraduras de golpe*, que ilustra la fig. 309. El pestillo *b*, que atraviesa la caja de parte á parte, pasando por dos aberturas en los bordes levantados de la platina que le sirven de apoyo y guía, puede correrse hacia adelante y atrás por medio de la llave, cuyo paletón, al girar, muerde en una pequeña entalladura semicircular en el borde inferior del mismo. En el grabado se halla dicho pestillo á la mitad de su carrera, viéndose también el paletón de la llave y una sencilla guarda circular en que se apoya. Para sujetarlo en sus posturas terminales, es decir, cuando la cerradura se halla abierta ó cerrada del todo, el pestillo tiene en la parte anterior de su borde inferior dos muescas, *n* y *n'*, que encajan en el borde correspondiente de la abertura de la platina, merced á la presión que ejerce sobre el pestillo el resorte *s;* éste puede formarse simplemente practicando un corte á modo de hendedura en la parte superior del pestillo, como indica el grabado; pero su acción es más eficaz cuando está formado por una tira metálica independiente, que se atornilla por un extremo al pestillo. Para sacar éste de sus posturas terminales, desencajando las muescas *n* y *n'*, basta la acción de la llave, que eleva un poco el pestillo, comprimiéndose el resorte *s*. El golpecito que se produce al encajarse las muescas, ha dado margen al nombre que lleva esta clase de cerraduras. A la misma pertenece la antigua cerradura alemana, que ha caído ya en desuso, y en la cual la llave, que sólo da media vuelta, determina la corrida del pestillo hacia atrás, mientras que corre hacia adelante á impulso de un muelle arrollado sobre su parte posterior.

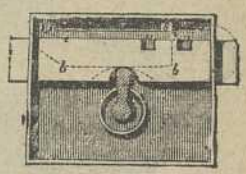


FIG. 310.
Cerradura de fiador.

La fig. 310 representa una *cerradura de fiador*, de la construcción más

sencilla. El pestillo *b*, cuyo alojamiento en la platina es el mismo que en la cerradura descrita, y que se corre con la llave de igual manera, tiene, para su debida sujeción, dos muescas, *n* y *n'*, en su borde superior, en las que encaja la espiga *s* del fiador *i*. Este consiste en un resorte, sujeto en una esquina superior de la platina (á la izquierda en el grabado), y que se extiende hacia abajo detrás del pestillo, de modo que, cuando empieza á girar el paletón de la llave, lo levanta primero, desencajando la espiga *s* de la muesca en que se hallaba alojada. Las dos muescas corresponden á las posturas terminales del pestillo; es decir, que hallándose éste corrido del todo hacia adelante, y cerrada, por lo tanto, la cerradura, la espiga *s* encaja en *n*, mientras que al correrse del todo hacia atrás, la espiga queda encajada en *n'*.

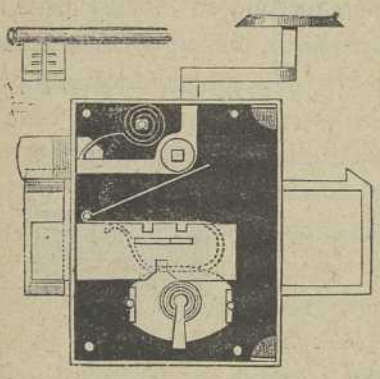


FIG. 311.—Cerradura francesa.

La cerradura ordinaria que más se emplea actualmente, al menos en nuestro continente, es la llamada *francesa*, aunque su invención, que data del siglo pasado, se atribuye á un alemán de Gera (principado de Reuss), llamado *Freitag*. Es una cerradura de guardas con fiador, y en ella la función de este último es la misma que en la cerradura sencilla que acabamos de describir, por más que su construcción no sea precisamente igual. La fig. 311 representa una de las formas más comunes de la cerradura francesa, tal como se aplica á las puertas interiores de las casas; comprende un picaporte de palanca en su parte superior, y debajo de él la cerradura propiamente dicha, que es lo que nos interesa en este lugar, y cuyo fiador reproducimos aparte en la figura 312. Se ve claramente, por las líneas punteadas, que el fiador se desarrolla detrás del pestillo, formando un arco con el cual entra en contacto el paletón de la llave, al tiempo de girar ésta, antes de que muerda en elpestillo; cediendo á la presión del paletón, el fiador se eleva lo suficiente para que su espiga quede desencajada de la muesca correspondiente, y entonces aquél lleva por delante al pestillo; mas en el momento en que toca éste al fin de su corrida, el paletón, que ya ha empezado á volverse hacia abajo, abandona el fiador, que permaneció apoyado sobre él durante su carrera, de modo que la espiga encaja en la segunda

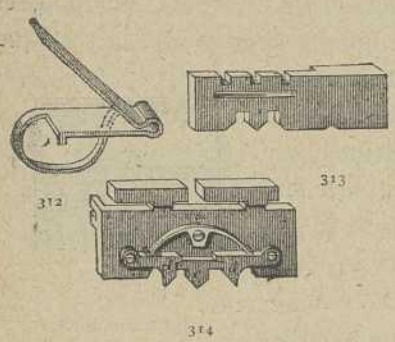


FIG. 312.—Tirador de la cerradura francesa.
FIG. 313.—Pestillo de tres muescas.
FIG. 314.—Pestillos con cachetas volantes.

muesca, sujetando otra vez el pestillo. Como se desprende de las figuras 311 y 312, el fiador se sujeta á la caja ó platina de la cerradura por medio de un pasador, apoyándose su brazo superior elástico contra dicha caja, ó, en el caso presente, contra el punto fijo del picaporte. La cerradura en cuestión es de las llamadas de una vuelta, cuyo pestillo sólo tiene dos posturas fijas, y, por lo tanto, no necesita más de dos muescas; el pestillo de las cerraduras de dos vueltas recibe tres muescas para la espiga del fiador, y dos entalladuras (en vez de una) para el paletón de la llave, como indica la fig. 313.

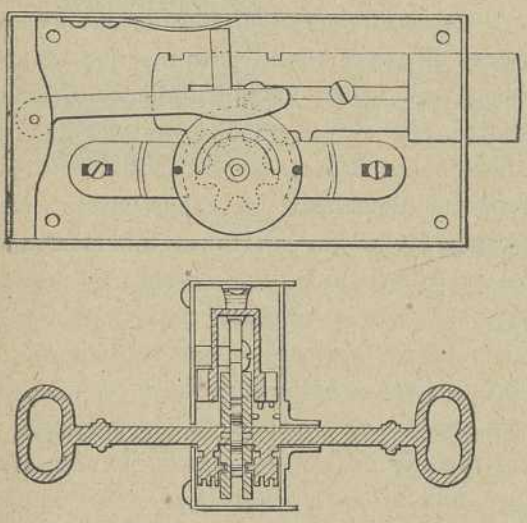
Se ha multiplicado el fiador en una misma cerradura, de modo que tienen que verificarse dos ó más elevaciones antes que el paletón de la llave muerda en el pestillo.

Tal sucede, por ejemplo, en la cerradura inglesa de Barron, que se distingue además porque las elevaciones tienen un límite, mientras que los fiadores que hemos considerado hasta aquí tienen juego libre hacia arriba, de modo que admiten una ganzúa mayor, esto es, que puede levantarlos más de lo necesario. En la cerradura de Barrón, los fiadores se encuentran, no por encima, sino al lado del pestillo, en forma de palancas de chapa bastante sencillas, provistas cada una de una espiga lateral que penetra en una hendedura ó abertura estrecha y prolongada, practicada en el cuerpo ó asta del pestillo; en el borde inferior de esta abertura se hallan las muescas destinadas á sujetar el pestillo en sus posturas terminales mediante las espigas de los fiadores; pero además de estas muescas, hay otras en el borde superior de la abertura en cuestión, que corresponden á los espacios intermedios de las inferiores; si una llave falsa ó extraña eleva los fiadores un poquito más de lo necesario, una ú otra de las espigas encaja en una de las muescas superiores é impide el movimiento del pestillo.

En cerraduras muy sencillas, como las de las figuras 309 y 310, el pestillo atraviesa la caja de parte á parte, sosteniendo y guiándolo los bordes de dos aberturas rectangulares practicadas al efecto en el palastro; pero en la mayoría de las cerraduras la caja tiene sólo una abertura para dar paso y guiar la cabeza del pestillo, mientras que el asta de éste permanece dentro de ella, sirviéndole de sostén y guía, bien una hembrilla ó especie de grapa fija al interior de la platina y dentro de la cual se desliza, bien (y esto es lo más comun) una clavija ó tornillo fijo perpendicularmente á la platina, que atraviesa el asta del pestillo por una hendedura ó abertura estrecha, cuya longitud depende de la carrera de éste; dicha abertura es visible en los pestillos de las figuras 311, 313, 315 y 317. Además, y para impedir que el pestillo se aparte de su debida posición en sentido lateral, un resorte le oprime suavemente contra la platina. En algunas cerraduras el pestillo tiene dos ó tres cabezas separadas por cierto intervalo, es decir, que asoman por diferentes aberturas en la caja, de modo que desde el exterior parece que la cerradura

tiene dos ó tres pestillos; en realidad las dos ó las tres cabezas tienen un asta comun, de la que constituyen como ramificaciones.

En la construcción de las cerraduras también suelen adoptarse medidas contra una manipulación irreflexiva ó imprudente. Entre ellas mencionaremos las llamadas cachetas volantes, que son recomendables con llaves de muchas guardas, es decir, de paletón bastante débil, puesto que impiden que éste se tuerza ó rompa cuando se forcejea indebidamente con aquéllas. La fig. 314 muestra la disposición de dichas cachetas en un pestillo de dos vueltas: la cacheta del medio, *c*, es fija é igual á la de un pestillo doble ordinario (compárese fig. 313); pero las dos cachetas laterales, *d d*, forman parte de dos lengüetas susceptibles de elevarse, y que mantiene en posición horizontal un ligero resorte, *e*. El paletón de la llave sólo produce la corrida del pestillo en uno ú otro sentido, cuando muerde en los dos espacios inmediatos á la cacheta fija, es decir, entre *c* y *d* en cada lado; si se le da una vuelta de más, se introduce en uno de los espacios semicirculares detrás de las cachetas móviles ó volantes, y entonces, por más vueltas que se dé á la llave, no produce más efecto que el de levantar una de dichas cachetas, pasando el paletón debajo de la misma sin sufrir desperfecto alguno.



FIGURAS 315 y 316.—Cerradura de rueda y cremallera.

Constrúyense también cerraduras cuyo pestillo tiene una corrida tan amplia como el de dos vueltas, pero sin que la llave dé más de una. Las figuras 315 y 316 dan idea de este sistema, que se diferencia de los ordinarios en que el borde inferior del pestillo tiene una cremallera, en la que engrana una pequeña rueda dentada que la llave hace girar. Dicha ruedecita se halla situada entre dos discos giratorios, cada uno de los cuales contiene una abertura semicircular, en la que encaja una espiguita del paletón de la llave, mientras que el pasador ó eje común en torno del cual giran aquéllos con la rueda, sobresale en ambos lados, sirviendo de apoyo para el cañón de la llave, como indica la fig. 316, ora se introduzca por un lado de la cerradura, ora por el opuesto. El fiador lo constituyen dos palancas paralelas, sujetas en la parte posterior de la caja, que se extienden en ambos lados del pestillo y de los discos referidos, y se hallan unidas superiormente por una pieza á manera de estribo, cuya parte horizontal hace la veces de la espiga del fiador ordina-

rio, encajando en las muescas del pestillo cuando éste se encuentra en sus posiciones terminales, al paso que una espiguita redonda, en el lado interior de cada una de las palancas, encaja en las muescas correspondientes practicadas en la periferia de los discos, según se ve en la fig. 315. Dicho esto, se comprende fácilmente que el paletón de la llave eleva primero el fiador, libertando el pestillo y los discos; hace girar seguidamente éstos con la rueda dentada que hace correr el pestillo, y que, al llegar éste á su posición terminal y á impulso de un resorte en la parte superior de la cerradura, el fiador cae, sujetando su estribo al pestillo y sus espiguitas laterales á los discos.

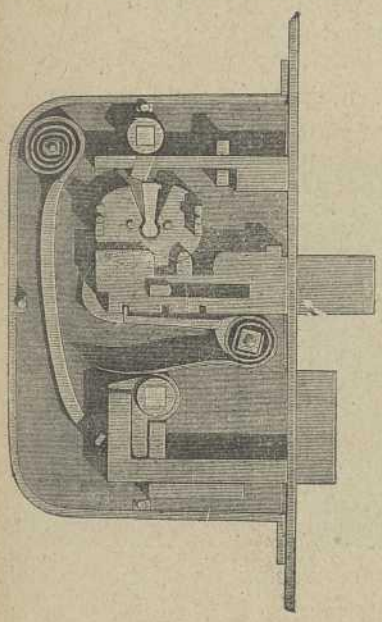


Fig. 317.—Cerradura embutida ó encajada.

Las cerraduras destinadas á embutirse ó encajarse en el espesor de una puerta, cajón de mesa, etc., tienen un mecanismo más compendioso que las dichas de caja, como se desprende al comparar la fig. 317, que representa una de aquéllas, con la figura 311. La que aquí tenemos delante (figura 317), es la de una puerta de habitación, y comprende, además de la cerradura propiamente dicha, que no difiere esencialmente de la francesa antes descrita, un picaporte de golpe ó corredizo y un cerrojito en la parte inferior. El picaporte en la fig. 311 es de los que se levantan haciendo peso sobre la manezuela en el brazo opuesto de la palanca de codo, que se extiende fuera de la caja; mientras que en la fig. 317 el picaporte es un pestillo cuya cabeza achaflanada queda siempre fuera de la caja, salvo en el momento de abrir ó cerrar la puerta. En efecto; guiado convenientemente por dos piececitas fijas á la platina, y vuelta su asta en ángulo recto á manera de gancho, puede correr ó deslizarse hacia atrás á impulso de una lengüeta que se aplica contra dicho gancho, y que se halla unida á un pasador que atraviesa la cerradura y la puerta, y termina, al interior como al exterior de ésta, en una manezuela en forma de botón ó de cruz, siendo su acción la giratoria. Al dar, pues, media vuelta á una de las manezuelas, el picaporte retrocede; pero al soltar aquélla, éste salta hacia adelante, merced á la presión de un fuerte resorte colocado en la parte posterior de la caja, y que se ve claramente en nuestro grabado. Para cerrar la puerta no es necesario volver la manezuela, porque al rozar contra el marco de aquélla, la cara achaflanada del picaporte la obliga á retroceder, comprimiendo el resorte, cuya presión efectúa luego el cierre.

El picaporte corredizo goza de gran aceptación en todas partes, y su mecanismo ha sido objeto de diversas mejoras y modificaciones, una de las cuales reproducimos en la fig. 318, y se funda en la acción combinada de dos muelles de los llamados espirales, con ó sin la mediación de la manezuela. La cabeza de este picaporte puede sacarse fácilmente y volverse con el chaflán invertido, de modo que la cerradura puede servir indistintamente para puertas que se abren hacia la derecha ó hacia la izquierda. En cuanto á la cerradura propiamente dicha, es de fiador múltiple; sistema de que nos ocuparemos más adelante al tratar de las cerraduras de seguridad.

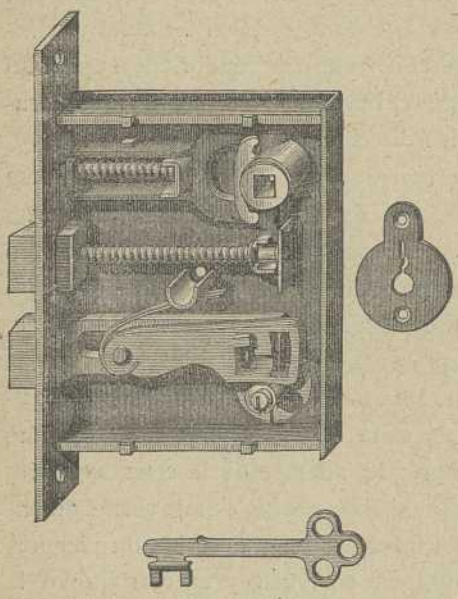


FIG. 318.—Cerraura perfeccionada con picaporte corredizo y fiador múltiple.

Otra modificación del picaporte corredizo es la que se aplica generalmente á las puertas de los carruajes ferrocarrileros, y cuyo mecanismo ilustra la fig. 319. La cabeza del picaporte constituye en este caso una pieza por sí, sujeta en una esquina de la caja por medio de un pasador, en torno del cual puede girar, mientras que en su parte posterior va unida, mediante una articulación floja, á un pestillo corredizo cuyo movimiento de avance está determinado por la presión de un muelle espiral. De este modo el retroceso del picaporte no obedece al empuje producido por el rozamiento de un plano inclinado contra el marco de la puerta, roce que, á falta de un medio lubrificativo, es en muchos casos inconveniente, sino más bien á la suave acción de una palanca, representada por la cabeza giratoria, que sólo tiene que vencer la resistencia poco considerable del muelle.

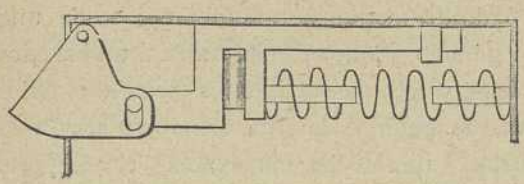
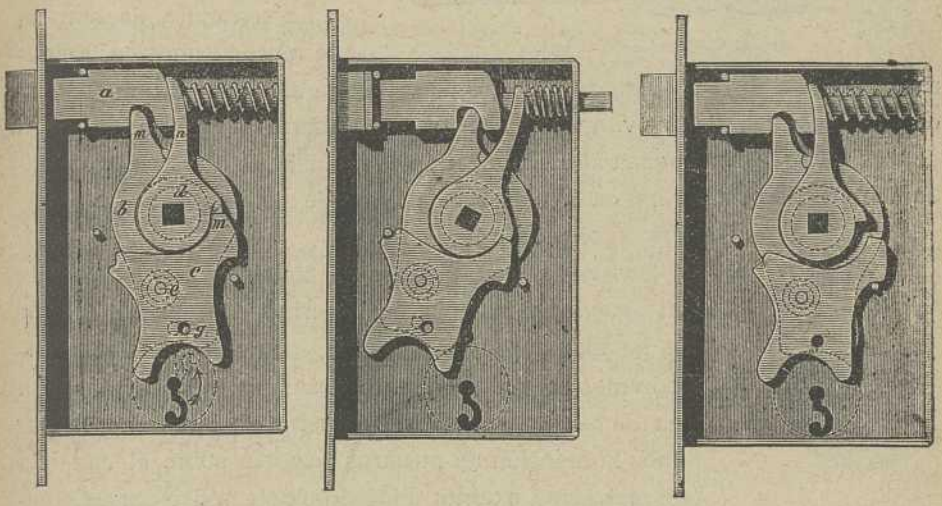


FIG. 319.—Cerradura de carruajes de ferrocarril.

A veces se emplea una llave para correr el picaporte hacia atrás, volviendo al principio de la antigua cerradura de golpe (compárese la fig. 309). Esto ha dado lugar recientemente á la invención de una cerradura especial, que reproducimos en las figuras 320 á 322, y gracias á cuyo mecanismo, y con la ayuda de una llave, se puede impedir que el picaporte se corra por medio de la manezuela correspondiente. El picaporte ó pestillo *a* (fig. 320), que atraviesa la caja de parte á parte como en la fig. 309, es decir,

que encuentra sostén y guía en dos aberturas practicadas en los extremos de la misma, tiene en su parte inferior una entalladura en la que se aloja la lengua *m* de la pieza *b*, cuyo contorno en su parte inferior está indicado por una linea punteada, y que puede girar en torno del pasador *d* de la manezuela; en este mismo pasador se halla sujeta la palanca *n*, cuya extremidad se aplica contra la cabeza del pestillo, en virtud de la presión del muelle *f*. Como la pieza *b* está suelta sobre el pasador *d*, es evidente que, al hacer girar la manezuela hacia atrás, no se lograría otra cosa que la compresión del muelle por la palanca *n*, siendo necesario otro medio para que dicha pieza éntre en rotación; este medio lo ofrece la pieza *c*, unida á *b* mediante el pasador *e*, en torno del cual



FIGURAS 320 á 322.—Cerradura perfeccionada de Weck.

también puede girar independientemente. Cuando el diente *m* de esta pieza se halla en contacto con el diente *l* de la palanca *n*, al hacer girar la manezuela dicha palanca oprime la pieza *c* hacia abajo y ésta arrastra hacia la izquierda la pieza *b*, cuya lengua *m* hace retroceder el pestillo *a* hasta que ocupa la posición indicada en la fig. 321; en ésta la cabeza del pestillo ó picaporte se ha retirado dentro de la caja, asomando su asta fuera de la misma en el extremo opuesto, y la puerta queda abierta; si entonces se suelta la manezuela, la presión del muelle *f* hace que el picaporte y todas las piezas referidas recobren la posición anterior, ilustrada por la fig. 320. Ahora bien; para impedir que el picaporte ó pestillo pueda correrse, ó, lo que es igual, que la puerta pueda abrirse volviendo la manezuela, basta efectuar la separación de los dos dientes *l* y *m*, lo cual se consigue por medio de una llave, cuyo ojo se ve en la parte inferior de la cerradura: con volverla hacia la izquierda, como indica la flecha en la fig. 320, la pieza *c* gira sobre *e* independientemente de la pieza *b*, y toma la posición que muestra la fig. 322, en cuyo caso la acción de la mane-

zuela sólo pone en movimiento la palanca *n*, comprimiendo el muelle *f;* en cambio, si en este estado se hace girar la llave á la derecha, la pieza *c* recobra su posición primitiva y el picaporte se corre bajo la acción de la manezuela.

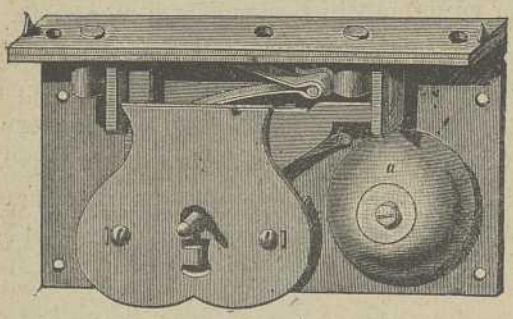


FIG. 323.—Cerradura de alarma.

Observaremos, por último, que las piezas *b* y *c* tienen agujeros en *g*, que coinciden en la postura de la fig. 322; de modo que, con introducir en ellos un pasador, puede impedirse también la acción de la llave.

La cerradura de alarma, que reproducimos en la figura 323, presta á veces buenos servicios, llamando la atención de una persona en una pieza cercana y evitando la abertura clandestina de un armario, cajón de mesa, etc. Está provista al efecto de una campanilla, *a*, que golpea repetidamente un martillito, *b*, á cada vuelta de la llave, de modo que no se puede abrir ni cerrar sin hacer ruido.





FIG. 324.—Candado francés ordinario.

Los *candados* ordinarios se construyen generalmente con arreglo al sistema de la cerradura francesa, del que nos hemos ocupado más arriba, de modo que no nos detendremos en describirlos. Unicamente, y para dar una idea de los progresos de la industria en este ramo, llamaremos la atención de nuestros lectores sobre el candado que representa exterior é interiormente la fig. 324; se compone de 17 piezas, incluso la llave, y merced á las máquinas empleadas y la división juiciosa del trabajo, se produce en algunas fábricas de la Picardía (Francia) por el coste ínfimo de siete á ocho céntimos de peseta; es decir, que los gastos de fabricación no exceden de 90 céntimos por cada docena de candados.

Los candados de forma redonda ú ovalada se construyen frecuentemente con un pestillo circular, como indica la fig. 325; pues no es más difícil formar cachetas y muescas en la periferia de un disco, que en los bordes de una barrita. El pestillo circular *a* gira en torno de un pasador, *b*, y su cabeza *d* se desarrolla en forma de una varilla vuelta hacia arriba y guiada por la hembrilla *c;* el fiador *g* tiene figura de una palanca de codo, cuyo brazo más largo juega en una depresión del disco bajo la acción de la llave. En nuestro grabado la cerradura aparece abierta, siendo necesarias dos vueltas de la llave para que la cabeza

del pestillo pase á través del ojo *e* del gancho del candado, y ocupe la posición indicada por las líneas punteadas. Dicho gancho es de charnela, es decir, que para sacar su ojo *e* de la caja del candado, se le hace girar hacia atrás sobre su extremo opuesto, lo mismo que en el candado de la fig. 324. En cambio en el candado que representa la fig. 326, y cuya caja es circular, tenemos un pestillo recto con un simple resorte por fiador, y un gancho de forma especial, con dos brazos rectos y desiguales, de los que, cuando el candado se halla cerrado, uno penetra hasta el fondo de la caja, mientras que el otro sólo atraviesa su pared superior. En esta posición, el gancho se sujeta por medio del pestillo, que, bajo la acción de la llave, se encaja en una entalladura del brazo largo; pero para abrir el candado, después de echar el pestillo hacia atrás, hay que tirar de la caja hacia abajo, ó del gancho hacia arriba, hasta que el brazo corto de éste salga fuera, y luego hacer girar el gancho como indican las líneas punteadas en el grabado; el brazo largo no se puede separar de la caja, porque cerca de su extremidad tiene un pasador, que sólo permite su elevación hasta el grado necesario para el giro referido.

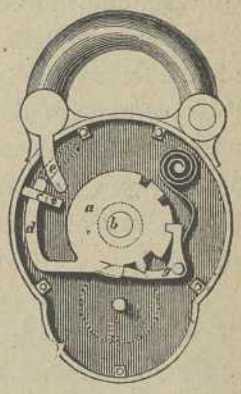


FIG. 325.—Candado con pestillo circular.

La fig. 327, por último, representa un candado de construcción mucho más perfecta que la de los anteriores. Aparte de que las piezas de su caja están ajustadas y sujetas entre sí con mayor precisión y solidez, de modo que su fractura es más difícil, el cierre se efectúa mediante tres pestillos, dispuestos uno al lado de otro (véase la sección) y combinados tan exactamente con las guardas de la llave, que desafían toda maniobra con una llave extraña. Como se ve por las líneas punteadas en el grabado, los pestillos tienen superiormente una entalladura de forma especial para dar paso al ojo del gancho, que queda sujeto por unos dientes de los mismos; el chaflán ó la inclinación de estos dientes permite que el candado pueda cerrarse con sólo oprimir el gancho, pues bajo la presión de su extremidad libre, los pestillos corren hacia atrás, saltando luego hacia adelante y penetrando en el ojo, á impulso del resorte que se aplica contra su parte posterior

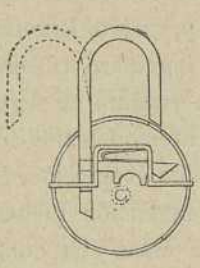
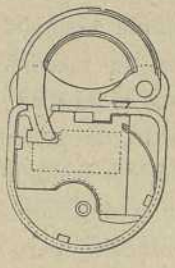


FIG 326.—Candado redondo con gancho corredizo.



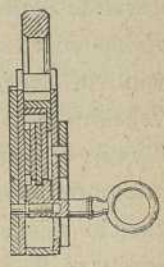


FIG. 327.—Candado con tres pestillos.

Cerraduras de seguridad.—Hablando en rigor, todas las cerraduras debie-

ran estar comprendidas en este título, pues una cerradura insegura parece un contrasentido; pero todo es relativo en este mundo; hay muchos grados de seguridad, y como indicamos anteriormente, al entrar en materia, muchísimas cerraduras ofrecen sólo una seguridad puramente nominal. De aquí que el calificativo en cuestión se reserve para las cerraduras especialmente construídas para el mejor resguardo de caudales y objetos de valor. Todos los medios de seguridad que en otros tiempos se tenían por suficientes, como llaves y ojos de cerradura de figura intrincada, guardas y trampas complicadas, han resultado ineficaces ante la destreza del ladrón moderno, y hoy, en la construcción de las cerraduras de que tratamos, el único principio reconocido como adecuado es el llamado de la *combinación*. Es verdad que, como dijimos más arriba, se emplearon antiguamente cerraduras de combinación; pero sólo en tiempos más recientes se han construído éstas, que realmente merecen llamarse de seguridad.

Lo esencial de las cerraduras de combinación estriba en la presencia de diferentes piezas que impiden la abertura, salvo cuando se encuentran todas en posiciones determinadas y distintas para cada una de ellas; posiciones que se producen, bien directamente con la mano, bien por medio de una llave de correspondencia exacta. Un ejemplo del primer modo de abrir, sin llave, nos lo ofrece la antigua cerradura de combinación llamada de letras (fig. 305); mientras que la cerradura egipcia, mucho más antigua aún (figuras 287 á 291), es el ejemplo más primitivo del sistema de abrir con llave. También las cerraduras de combinación modernas más eficaces y apreciadas pertenecen á esta categoría, debiendo mencionarse en primer lugar las de *Bramah* y de *Chubb*, cuya construcción estudiaremos con alguna detención.

La invención de la primera data del año 1784, y se debe á *José Bramah*, natural de Stainsborough, en el condado de York (Inglaterra), que murió en Londres en 1814. Simple ebanista al principio, Bramah, merced á su genio inventivo, llegó á ser un mecánico é ingeniero célebre, á quien se debe la invención de la prensa hidráulica. Su cerradura de seguridad en la forma primitiva no era, por cierto, tan perfectamente construída como las que hoy llevan su nombre; pero halló, no obstante, mucha aceptación. Pertenece, como ya dijimos, lo mismo que la de Chubb, de invención posterior, á la clase de las cerraduras de combinación; pero entre éstas y su congénere egipcia existe una diferencia esencial, y es, que en ésta la seguridad consiste en la combinación de diferentes posiciones, mientras que en aquéllas se basa en la combinación de diferentes movimientos. La particularidad de la cerradura de Bramah, en especial, se funda, de una parte, en el aparato de los fiadores combinados, y de otra, en que el movimiento del pestillo no se produce directamente por la llave, cual sucede en la mayoría de las cerraduras, sino por medio de un cilindro que la llave hace girar en torno de su eje.

Nuestros lectores pueden formarse un concepto bien claro de la combinación ideada por Bramah, en vista de la figura esquemática adjunta (fig. 328). El pestillo *B*, situado en dos aberturas practicadas en las extremidades del marco *F*, tiene en su borde anterior seis entalladuras estrechas iguales, á las que corresponden otras tantas de la misma forma y dimensiones en los lados superior é inferior de dicho marco. Es evidente que, de introducirse una lámina de metal *o* en cualquiera de las seis series verticales de entalladuras, por ejemplo en la primera *a*, queda sujeto el pestillo, sin que pueda correrse hacia ningún lado; pero en el caso que estudiamos hay seis de semejantes láminas ó fiadores (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*), de igual longitud, y todos ellos contienen, en su borde posterior, una entalladura por la que pudiera deslizarse el pestillo si estuviera al nivel de éste. Hallándose los fiadores, como es el caso en el grabado, con sus extremos superiores nivelados con el marco, sus seis entalladuras (1, 2, 3, etc.) se encuentran á diferentes alturas; de modo que para franquear el paso es preciso elevarlos, no por igual, sino en diverso grado, hasta que las entalladuras se encuentren todas precisamente á nivel del pestillo. La elevación simultánea de todos los fiadores hasta dicho nivel puede efectuarse fácilmente por medio de una llave, *T*, que tenga, para cada uno de aquéllos, una lámina de la altura correspondiente; pero es indudable que, careciendo de semejante medio, ignorando la disposición de los fiadores y hallándose éstos ocultos en el interior de una caja de cerradura, la persona que se propusiera correr el pestillo estaría reducida á tantear, con un instrumento á propósito, hasta elevar los fiadores, uno tras otro, á la altura necesaria. Semejante operación, de suyo lenta y fastidiosa, aun tratándose de solos dos ó tres fiadores, supondría un tiempo y una perseverancia grandes, por muy poco que aumentase el número; de modo que como ningún ladrón puede dedicar á la faena semanas y hasta meses enteros, la cerradura original de Bramah, con sus seis fiadores combinados, podría considerarse como segurísima. Empero la construcción relativamente sencilla de esta cerradura resultó defectuosa desde el punto de vista de la seguridad, pues no se tardó mucho en encontrar un medio para elevar los fiadores en la medida necesaria con bastante facilidad. En efecto; si se oprime el pestillo contra los fiadores, de modo que al empujar ó elevar éstos lentamente el operador siente el rozamiento entre ambos, es claro que sentirá también cuándo cesa dicha resistencia, por hallarse las entalladuras de los fiadores á la altura del pestillo; por consiguiente, y mediante el empleo de

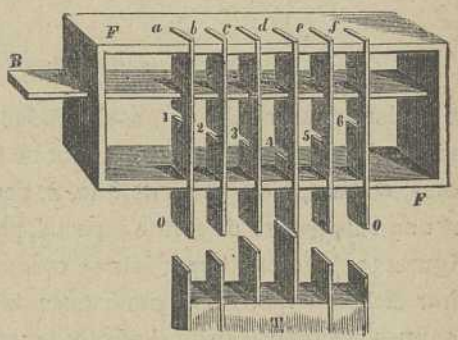
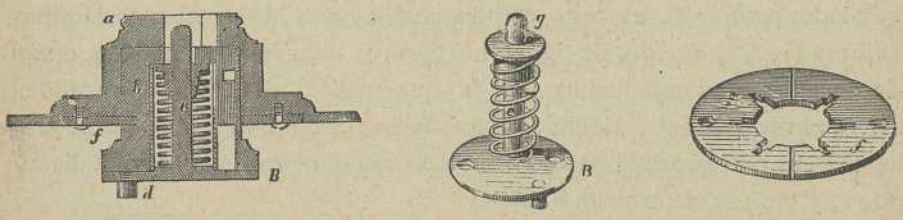


FIG. 328.—Esquema de la cerradura de Bramah.

instrumentos á propósito, un ladrón hábil lograba en corto espacio de tiempo abrir la primitiva cerradura de Bramah. Posteriormente se ha perfeccionado la construcción hasta tal punto, que puede considerarse como casi absolutamente segura, y es llegado el momento de ocuparnos del nuevo mecanismo.

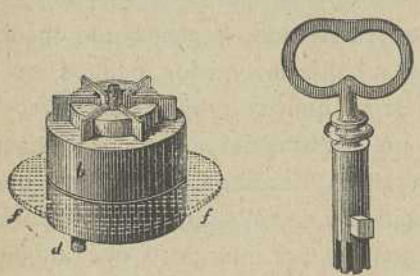
Las figuras 329 á 334 representan las diversas piezas de la cerradura de Bramah, tal como se construye hoy, salvo ligeras modificaciones, mientras que la fig. 335 ofrece una vista exterior del conjunto. La cápsula redonda que se



329 330 331

FIGURAS 329 á 331.—Elementos de la cerradura de Bramah.

ve en ésta en torno del ojo, está señalada con la letra *a* en la sección representada en la fig. 329, y en su interior se halla alojado el mecanismo de los fiadores; el cuerpo cilíndrico de éste, *b*, tiene en el fondo un botón, *d*, que encaja en una entalladura de forma especial, practicada en la parte inferior del pestillo (figura 334), de modo que éste se corre hacia un lado ú otro cuando se hace girar dicho cuerpo. Hasta aquí, pues, la construcción no puede ser más sencilla, pues el botón *d* surte el efecto de un paletón de llave macizo, es decir, sin guardas ni complicación alguna. Pero estudiemos ahora el mecanismo de los fiadores combinados. El fondo del cilindro hueco, *b*, lo constituye un disco, *B*, atornillado (representado separadamente en la fig. 330), en el centro del cual se levanta una clavija, *e*; alrededor de ésta se arrolla un muelle espiral, sirviendo de apoyo á un pequeño disco, *g*, que puede deslizarse sobre la clavija, comprimiendo el muelle al bajar y elevándose de nuevo en virtud de la elasticidad del mismo. En torno de este disco se hallan suspendidos los fiadores, en número de cuatro á ocho (en este caso seis), los cuales, como indica la fig. 334, consisten cada uno en una lámina de acero doblada en medio, de manera que sus dos extremos se apartan un poco lateralmente en razón de su elasticidad, mientras que su cabeza está construída de modo que pueda apoyarse sobre el borde del disco *g;* además, tienen en su borde exterior entalladuras de las que hablaremos luego. Distribuídos, pues, á intervalos iguales en tor-



332 333

FIGURAS 332 Y 333.—Elementos de la cerradura de Bramah.

no del disco *f*, y apoyándose por su cabeza en el mismo, los seis fiadores se alojan, por otra parte, en otras tantas ranuras laterales en el interior del cilindro *b* (figura 332), de modo que puedan deslizarse en las mismas con poco rozamiento. En su parte media, próximamente, y al exterior, dicho cilindro contiene una ranura en la que se aloja el borde interior del disco anular de acero *f*, que está dividido al efecto en dos partes; la fig. 331 representa esta pieza por separado, mientras que en la 332 su posición se halla claramente indicada por líneas punteadas; por la fig. 331 se observa que el borde interior del disco anular tiene seis entalladuras radiales, correspondientes á las seis ranuras interiores del cilindro *b*, y con facilidad se comprende que en ellas encajan los seis fiadores. Como el disco referido está atornillado á la cápsula *a* (véase figura 329), es evidente que no puede girar el cilindro *b* hasta que las entalladuras ó muescas ya mencionadas de los fiadores se hallen á nivel ó en el plano del disco; y como cada fiador tiene su entalladura á una altura distinta de la de sus compañeros, es preciso correr cada cual en una medida distinta. Esto se verifica en un momento por medio de una llave especial (fig. 333), el borde de cuyo cañón está provisto de tantas entalladuras como hay fiadores, las cuales tienen profundidades distintas, correspondientes á la corrida que es preciso imprimir á éstos; la llave se introduce en el ojo de la cerradura, sirviéndole de guía un pequeño botón, á modo de paletón, que se ve en el grabado, y no hay más que empujarla hacia adentro sobre la clavija *e*, comprimiendo el muelle espiral, hasta que no penetre más. Entonces las muescas de los fiadores se encuentran todas al nivel del disco *f;* el cilindro *b* puede girar á impulso de la llave; el botón *d* actúa sobre el pestillo, corriéndolo hacia un lado ú otro, y la cerradura se abre ó se cierra.

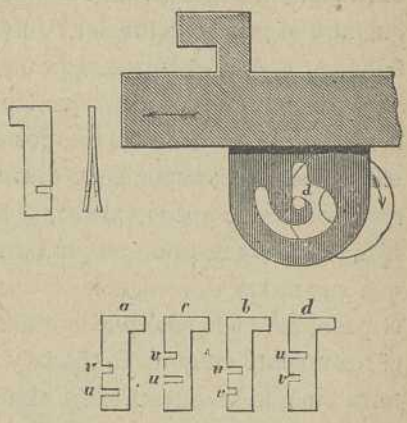


FIG. 334.—Pestillo y fiadores de la cerradura de Bramah.

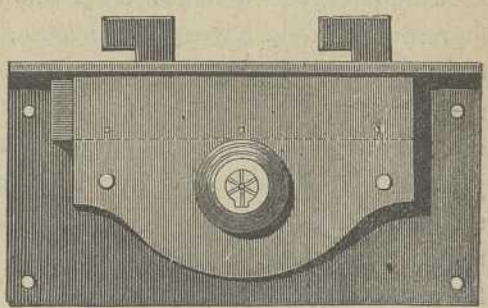


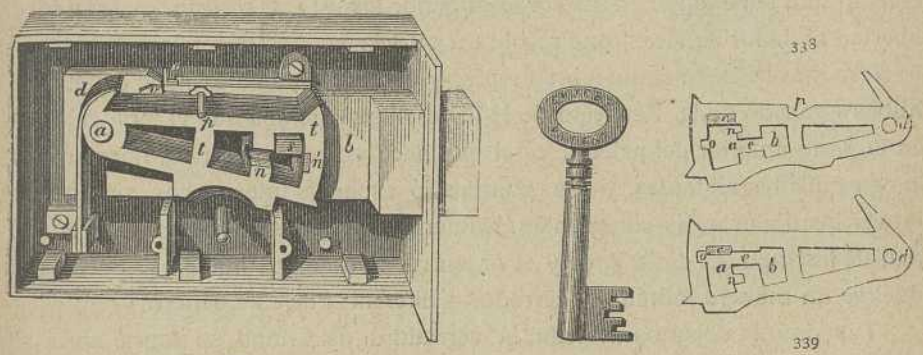
FIG. 335.—Vista exterior de la cerradura de Bramah.

En obsequio á la mayor claridad hemos dejado de hablar, en la descripción que antecede, del medio especial de hacer doblemente segura la cerradura de

Bramah; pues por extraño que parezca á nuestros lectores, el hecho es que la disposición referida no ofrece toda la seguridad apetecible. Dicho medio está, de una parte, en la forma de las entalladuras del disco anular, *f*, y de otra en las llamadas muescas falsas de los fiadores. Fijándonos en la fig. 331, notamos que las seis entalladuras radiales no tienen el mismo ancho en toda su extensión; la mitad externa es más estrecha que la interna, correspondiendo su anchura al grueso del fiador. Volviendo la vista á la fig. 334, vemos que los fiadores, *a*, *b*, *c*, *d*, tienen cada uno dos muescas; que las señaladas con la letra *u* son más profundas que las señaladas con *v*, y que estas últimas, ó sean las falsas, se encuentran, ora por encima de las verdaderas, ora por debajo de ellas. Pues bien; suponiendo que un ladrón trate de abrir la cerradura, el único recurso de que puede valerse, á falta de la llave correspondiente, consiste en fijar los fiadores, uno tras otro, en la posición debida, haciéndoles entrar hasta que sus muescas verdaderas se encuentren al nivel del disco *f*, franqueándole el paso; para ello sólo puede guiar el sentido del tacto la resistencia que ofrece el rozamiento entre dicho disco y cada fiador, resistencia que deja de manifestarse cuando la muesca llega al nivel referido. Si los fiadores no tuvieran más que muescas verdaderas, podría conseguir su objeto, disponiendo del tiempo necesario; mas en presencia de las muescas llamadas falsas, que obran, respecto de dicha resistencia, de la misma manera que las verdaderas, pero que, en virtud de su corta profundidad, no franquean el paso al disco y se hallan además, ora por debajo, ora por encima de aquéllas, el ladrón queda desorientado. Alcanzada, á lo que parecía, la seguridad absoluta con la introducción de las muescas falsas, Bramah, ó mejor dicho su sucesor, colocó en el escaparate de su almacén en Londres una cerradura de las más complicadas y cuidadosamente fabricadas, y ofreció un premio de cinco mil pesetas á la persona que lograra abrirla sin llave y sin dañarla, en el plazo de treinta días. Aceptó el reto un cerrajero norteamericano llamado *Hobbs*, y puso manos á la obra después de nombrado un jurado de peritos, que debía vigilar la operación, y al que se entregó la llave en un pliego sellado; el trabajo empezó el 24 de Julio, y el día 29 de Agosto abrió Hobbs la cerradura y la volvió á cerrar en presencia del jurado, después de lo cual hizo éste lo propio con la llave, encontrando el mecanismo en perfecto estado. Entre las fechas mencionadas, Hobbs había tenido que atender á otros asuntos la mayor parte del tiempo, resultando que sólo había estado ocupado con la cerradura de Bramah cincuenta y una horas, sin contar el tiempo empleado en la preparación de los delicados instrumentos que tuvo que idear para conseguir su deseo. Posteriormente dicho americano, que también posee en Londres una fábrica de cerraduras de seguridad, logró abrir con sus instrumentos especiales la de Chubb y otras, dando lugar su destreza fenomenal á la adopción de nuevos medios para hacerlas todavía más seguras.

La segunda cerradura de seguridad que nos hemos propuesto estudiar es la inventada por *Jeremías Chubb*, de Portsea (Inglaterra), el año de 1818, y perfeccionada después por su sucesor *Carlos Chubb*, la cual goza de tal aceptación, que la mayoría de las cerraduras de seguridad inventadas desde 1850 se fundan más ó menos en el mismo principio constructivo.

La fig. 336 reproduce el interior de una cerradura de Chubb, y se nota á primera vista la presencia de cierto número de fiadores (generalmente seis), dispuestos á manera de palancas. El pestillo *b*, colocado en el fondo de la caja como en las cerraduras ordinarias, y cuya cabeza atraviesa uno de los lados, lleva una pequeña pieza, *s*, sólidamente sujeta perpendicularmente á su asta, y que se adelanta en el hueco ó "ventana„ anterior del sistema de fiadores. En la cerradura que tenemos á la vista, este sistema se compone de seis piezas distintas, de forma próximamente igual, juxtapuestas y susceptibles de girar



FIGURAS 336 á 339.—Cerradura, llave y fiadores de Chubb.

sobre un eje común, *a*, pudiendo elevarse cada una separadamente hasta cierta altura; contra su extremo posterior se aplica el resorte *d*, dividido ó hendido en seis partes, de las que una corresponde á cada fiador. Otro resorte, *e*, llamado "indicador„, y cuya función explicaremos más adelante, se halla atornillado á la platina, extendiéndose horizontalmente sobre el pestillo; con dicho resorte se relaciona la clavija *p*, que está fija al fiador posterior y se extiende sobre los demás. Debajo del sistema de fiadores se ve la clavija que sirve de sostén y guía para la llave, la cual se halla representada aparte en la fig. 337.

Para que pueda correrse el pestillo es preciso que cada fiador se eleve á una altura determinada, que no es la misma para todos ellos, á fin de que la pieza *s* pueda deslizarse libremente por la abertura *n*, cuya posición varía un poco en los diferentes fiadores. Dos de éstos están representados separadamente en las figuras 338 y 339, y se observa que dicha abertura, señalada aquí con la letra *e*, y que establece una comunicación entre las dos ventanas, *a* y *b*, no ocupa en ambos la misma posición; suponiendo que estos dos fiadores se hallen juxtapuestos, es evidente que, para que la pieza *s* del pestillo

(señalada aquí con *c*), pase por *e*, es necesario elevar el primero (fig. 338), un poco más que el segundo. El resorte indicador *e* (fig. 336) constituye una de las particularidades de la cerradura de Chubb, y tiene por objeto revelar ó indicar al legítimo dueño si alguien ha intentado abrir con otros instrumentos que la llave correspondiente. Si con una ganzúa, por ejemplo, se levanta uno cualquiera de los fiadores más de lo preciso, elévase también la clavija *p*, y con ella el fiador de atrás, el cual queda inmediatamente cogido por el resorte *e*, imposibilitando la corrida del pestillo; al querer abrir, después de semejante intentona, con la llave verdadera, esta dará la vuelta completa que corresponde, pero sin producir el efecto deseado. En tal caso, hay que volver la llave hacia el lado opuesto, cual si se tratara de cerrar; al hacerlo, el fiador que la ganzúa levantó demasiado, vuelve á caer en su posición normal de reposo, el pestillo se deja mover un poco, encajando la pieza *s* en la muesca *n'*, mientras que el chaflán que tiene aquél en su borde superior levanta el resorte *e*, dejando en libertad al fiador de atrás, que recobra á su vez su posición normal; entonces la cerradura se halla de nuevo en regla, y puede funcionar la llave como si no hubiera pasado nada. Respecto de la llave, observaremos que el primer diente en la parte anterior del paletón es el que hace correr el pestillo, mientras que los tres dientes restantes, y las guardas ó espacios intermedios, sirven para mover los fiadores. Se comprende fácilmente que con sólo variar la profundidad de las guardas de la llave y el orden relativo de los fiadores, puede producirse un número infinito de cerraduras diferentes de este género.

Tal como la dejamos descrita, la cerradura de Chubb se logra abrir sin llave, como lo demostró Hobbs con la ayuda de instrumentos ingeniosos; pero esto se imposibilita, al menos prácticamente, mediante muescas falsas en el borde de la división entre las dos ventanas anteriores de los fiadores. En las figuras 338 y 339 están dichas muescas falsas señaladas con la letra *n*, y después de lo explicado anteriormente al tratar de la cerradura de Bramah, nuestros lectores comprenderán fácilmente cómo, por su medio, queda desorientado el ladrón al querer elevar cada fiador á la altura precisa para que la pieza *c* del pestillo (señalada con *s* en la fig. 336), pueda pasar por la abertura *e;* á lo mejor resulta, sin que lo pueda evitar, que dicha pieza queda encajada un poquito en una muesca falsa, y esto basta para estorbar la operación que intenta. Las muescas *o* y *p*, que se ven en los dos grabados á que nos referimos, se relacionan con la función del resorte indicador que explicamos más arriba, siendo *o* el equivalente de *n'* en la fig. 336.

Tanto la cerradura de Bramah como la de Chubb han sido perfeccionadas en los últimos años por los cerrajeros *Wolff*, de Berlín, *Hummel*, de Oberkunnersdorf y *Herschleb*, de Hamburgo; y recientemente viene llamando la atención una cerradura de seguridad inventada por *Ade*, de Stuttgart, que ofrece la ventaja de carecer de muelles ó resortes, siempre más ó menos expuestos á

romperse, y que se abre y cierra por medio de dos llaves, una de la forma ordinaria y otra de construcción especial, provista de un mango protector, como una navaja de bolsillo, según indica la fig. 340.

En tiempos recientes, la fabricación de cerraduras ha progresado también de un modo muy notable en los Estados Unidos. El cerrajero *Yale,* dueño hoy de una importante fábrica en Stamford (Connecticut), alcanzó primero cierta celebridad abriendo sin llave la cerradura de Chubb, en la que sus compatriotas tenían ilimitada confianza; y desde entonces se dedicó á la construcción de otras cerraduras de seguridad, inventando la que lleva su apellido, y es sin duda una de las mejores que existen.

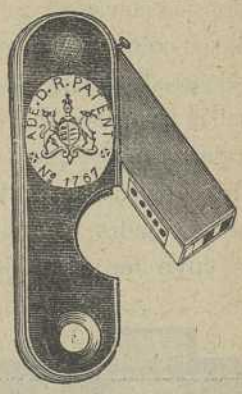
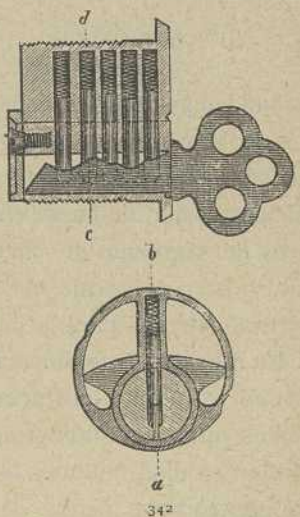


FIG. 340.—Llave de Ade.

El principio constructivo en que se funda la cerradura de Yale, cualquiera que sea la forma que se le dé (pues son muchas las variedades), no es otro, en el fondo, que el de la antiquísima cerradura egipcia que describimos al comenzar este capítulo, mientras que la construcción tiene cierta analogía con la de Bramah. En efecto; en el invento americano, los fiadores combinados están constituídos por varias clavijas ó varillas, susceptibles de moverse verticalmente dentro de una cajita, pero que afianzan, no el pestillo directamente, sino un cilindro intermedio que determina la corrida de éste, girando bajo la acción de una llave. Las figuras 341 y 342 ofrecen dos secciones verticales del mecanismo de Yale (sin pestillo), la primera en sentido longitudinal, con la llave puesta, y la segunda en sentido transversal, ambas de tamaño natural. Vemos aquí una caja estrecha y relativamente larga, que se desarrolla inferiormente en forma de cilindro hueco, dentro del cual hay un cilindro macizo; superiormente la caja se halla dividida en cinco compartimientos verticales, que encierran en su fondo otros tantos muellecitos espirales, y admiten con cierta holgura, debajo de éstos, cinco varillas redondas de acero; el cilindro macizo tiene también en un lado cinco taladros que penetran en su masa hasta cierta profundidad (como indican las líneas punteadas en la fig. 341), y corresponden á los compartimientos de la caja; de modo que, cuando no está puesta la llave, las varillas (fiadores) se introducen en dichos taladros hasta su fondo,



FIGURAS 341 Y 342 —Mecanismo de la cerradura de Yale.

sujetando el cilindro. Pero la combinación propiamente dicha consiste en lo siguiente: cada fiador (varilla) está compuesto de dos pedazos, sueltos y sobrepuestos, de largo desigual, y además los diez pedazos que, en suma, componen los cinco fiadores, son todos desiguales entre sí, en el sentido de su longitud; por consiguiente, para que el cilindro pueda girar, es preciso que cada fiador sea elevado en una medida distinta, á fin de que el límite entre sus dos pedazos coincida exactamente con la superficie del cilindro. En este caso, y al verificarse la vuelta, los pedazos superiores de los fiadores comprimen los muelles y quedan metidos totalmente en los compartimientos respectivos de la caja; mientras que los pedazos inferiores permanecen en los taladros del cilindro y giran con él. La llave especial con que se elevan los fiadores y hace girar el cilindro, es una lámina de acero niquelado de borde inferior rectilíneo, pero cuyo borde superior se desarrolla irregularmente, como indica la fig. 341, respondiendo sus elevaciones y depresiones á las diferentes alturas á que es preciso elevar los fiadores; se introduce de punta en una ranura practicada en el cilindro macizo, en el lado opuesto á los taladros referidos, con cuyos fondos comunica, como es consiguiente, según se ve en la fig. 342; al meter la llave, los fiadores se elevan seguidamente á las alturas respectivas, y el cilindro se halla en libertad; al sacarla, los fiadores, á impulso de sus muelles, vuelven á caer en los taladros, sujetando el cilindro. Por último, diremos que la extremidad posterior de éste puede combinarse de diferentes maneras con el pestillo de la cerradura, por ejemplo, mediante un botón como en la de Bramah (compárense las figuras 329 y 334). La fig. 343 representa una cerradura de Yale para cajón de mesa, en la que el cilindro contiene posteriormente un ala en forma de segmento de círculo que, al girar, hace correr el pestillo. Sobre el cilindro se ve la caja de los fiadores, y en el extremo anterior de él, la abertura estrecha para la llave.

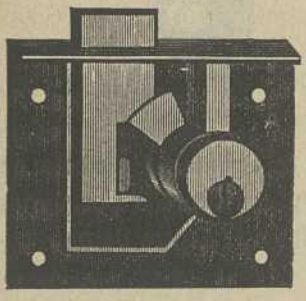


FIG. 343.—Cerradura de Yale.

El número de combinaciones diversas á que se presta el principio de Yale raya en lo infinito, por poco que se aumente el de los fiadores; con sólo siete de ellos, que es el número generalmente aplicado á las arcas de caudales, se calculan en diez millones las combinaciones posibles; y ninguna cerradura de este género tiene menos de cuatro fiadores. Aunque, dada la disposición y forma de los fiadores, parece imposible que semejante cerradura pueda abrirse sin llave, ha conseguido hacerlo el conocido cerrajero *Kleinert*, de Hamburgo, y desde entonces se ha mejorado la construcción en el sentido de la seguridad. Además, Yale fabrica cerraduras especiales para bancos y oficinas análogas, que necesitan para abrirse dos llaves, que guardan personas distintas, por

ejemplo, el director y el cajero; y también las llamadas cerraduras de tiempo, cuyo mecanismo se halla combinado con otro de reloj, y que sólo pueden abrirse en un momento determinado.

Mencionaremos además la cerradura dicha *protector*, inventada por *Kromer*, que, siendo de construcción esencialmente igual á la de Yale, ofrece la ventaja de carecer de muelles; y, por último, la llamada cerradura de permutación, que puede cerrarse cada vez con una llave distinta, ó, mejor dicho, con una llave cuyo paletón se compone de dientes móviles, de modo que puede cambiarse siempre que se quiera el orden de ellos.

ARCAS DE SEGURIDAD

Las cerraduras de seguridad de que acabamos de tratar se aplican principalmente á las arcas de hierro destinadas á guardar dinero y otros objetos de valor, documentos importantes, etc.; arcas que vienen empleándose hace siglos, pero cuya construcción se ha desarrollado y perfeccionado de un modo notable en nuestros tiempos, tanto en vista de la habilidad de los ladrones para fracturarlas, como en atención á los riesgos que corren en casos de incendio.

Con el objeto de hacerlas refractarias al fuego, se construyen dichas arcas con paredes dobles, separadas por un espacio que se rellena con materias malos conductores del calor, como cenizas, serrín, etc.; de modo que, por más que sufra exteriormente un arca la acción del fuego, hasta ponerse candente, la temperatura al interior no se eleve hasta el punto de deteriorar ó destruir los papeles de valor y documentos que pueda contener. La eficacia de semejante construcción se ha demostrado ya en muchísimos incendios, después de los cuales se han retirado de las arcas, expuestas durante horas enteras á un fuego intenso, billetes de banco, títulos, libros de contabilidad, etc., completamente intactos. Pero la condición refractaria de las arcas sube de punto con el empleo del alumbre y las sales alcalinas, cuya idea la tuvo y puso primero en práctica, hace unos cincuenta años, el fabricante *Millner*, de Liverpool. Con arreglo á este sistema, el espacio reservado entre las paredes dobles del arca se rellena con serrín, polvo de huesos y materias análogas, después de fijar en él cierto número de tubos llenos de alumbre pulverizado ó carbonato sódico ó potásico mezclados con yeso; la acción de dichas sales estriba en su agua de cristalizacion, que sólo se desprende bajo una temperatura relativamente elevada, pero que en este caso, ó sea cuando el arca se halla expuesta al fuego, convierte el relleno en una masa húmeda, pastosa, que impide la penetración del calor de un modo más duradero y eficaz que las materias secas.

Respecto de su seguridad contra la fractura clandestina, las arcas se construyen de diversos modos. En primer lugar, es evidente que la protección que

ofrece la mejor cerradura, resulta nula cuando el ladrón se vale de taladros, palancas é instrumentos semejantes; y por consiguiente, para resistir á estos medios violentos es preciso escoger un material á propósito. Hace ya mucho tiempo que se adoptó al efecto el hierro, como lo demuestran las arcas más ó menos artísticas ó curiosas de siglos pasados que se conservan en los Museos, y de las que reproducimos dos ejemplos en las figuras 344 y 345. En nuestro siglo se ha aplicado también el acero á este uso, y la creciente habilidad y audacia de los ladrones, especialmente en Inglaterra y los Estados Unidos, han dado lugar á construcciones que, comparadas con ellas, las antiguas son mero juego de niños.

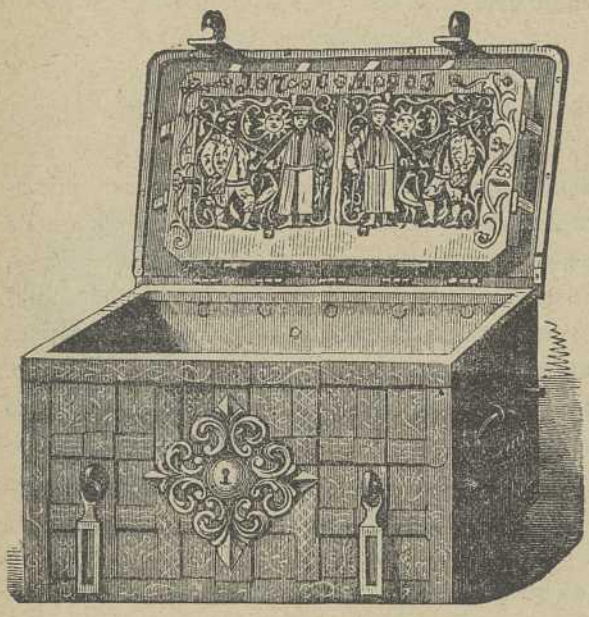


FIG. 344.—Arca de hierro del siglo XVIII.

Hubo un tiempo, en Inglaterra, en que las arcas de seguridad se hicieron de hierro colado; es decir, que la caja se moldeaba en una sola pieza, fundiendo separadamente su puerta, que se sujetaba á ella de una manera sólida. Pero pronto hubo de reconocerse la ineficacia de este sistema, y entonces se recurrió á las planchas de hierro dulce, cuyo espesor se llevó hasta 2,5 centímetros. En la fábrica *Price*, en Wolverhampton, se endurecen estas gruesas planchas por un procedimiento especial, á fin de que opongan mayor resistencia al taladro, y se dan casos en que dos de ellas se aplican una contra otra, remachándolas, de modo que constituyen una pared maciza de cinco centímetros de grueso; mientras que, con arreglo al sistema de *Hobbs*, *Hart* y *Compañía*, las paredes externas de sus arcas se componen de una plancha de hierro dulce de 2,5 centímetros, á cuya cara interna se atornilla otra de acero del mismo espesor. Podríamos citar otras combinaciones análogas, pero nos limitaremos á referir la más reciente y eficaz, que consiste en una fuerte plancha de fundición endurecida, cuyas caras acanaladas están blindadas ó revestidas con gruesas chapas de acero, también acanaladas. Los canales de un lado de la plancha están dispuestos perpendicularmente á los del lado opuesto, é igual disposición tienen las chapas de acero correspondientes; de modo que, aunque se logre romper la plancha, se halla tan estrechamente

ligada y encajada entre sus blindajes, que ningún pedazo de ella puede caerse ó moverse de su sitio. Por otra parte, semejante construcción ofrece una garantía absoluta contra la perforación con el taladro, instrumento doblemente temible en manos del ladrón, por su silencio; pues la superficie ondulada del acero dificulta extraordinariamente la penetración de la fresa circular que se emplea para el caso; mientras que, aun cuando el instrumento llegue á taladrar el acero, se encuentra seguidamente con el hierro colado endurecido, en cuya superficie no puede hacer impresión alguna, y que además no se deja ablandar con el soplete.

Las arcas de seguridad inglesas son, por regla general, de construcción

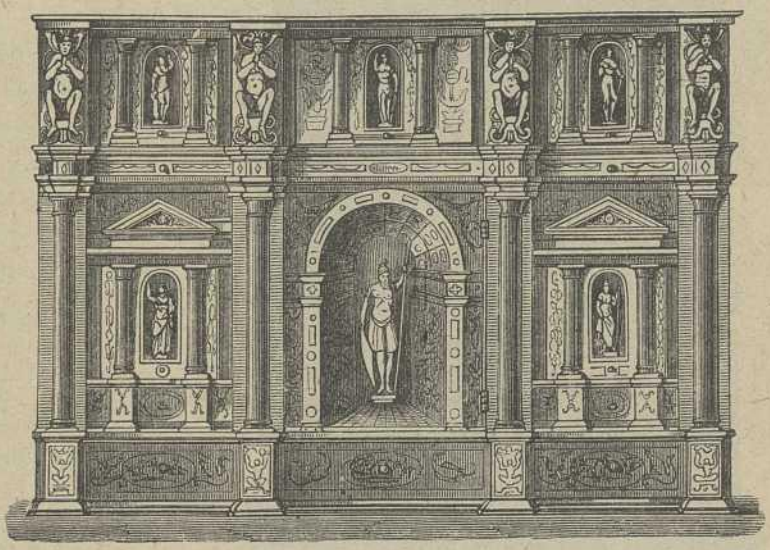


FIG. 345.—Armario de hierro con incrustaciones de oro y plata; trabajo italiano del siglo XVI.

mucho más sólida, aunque menos elegante, que las francesas y alemanas. Las cuatro paredes que constituyen, como el marco, se unen frecuentemente entre sí como las de una caja de madera, es decir, mediante mortajas y espigas de cola de milano, y luego se remachan en las esquinas con un pedazo de hierro de ángulo colocado en el interior; en las más ordinarias, las planchas se unen sencillamente por medio del hierro de ángulo, sin mortajas y espigas. Después se coloca el fondo ó pared posterior del arca, sujetándolo de un modo análogo, ó bien por medio de tornillos, cuyas cabezas, lo mismo que las de los remaches, se liman exteriormente hasta dejarlas exactamente rasantes con las superficies. La caja interna, que se forma como la externa, si bien con planchas más delgadas, se une á ésta por medio de tornillos, y luego se rellena el espacio intermedio con las materias destinadas á contrarrestar la influencia del fuego. En la parte anterior, las paredes externas sobresalen de la caja interna

lo bastante para admitir la puerta; pues ésta tiene que ser también de paredes dobles, con un espacio entre ellas suficiente para recibir la materia refractaria y al mismo tiempo contener la cerradura.

Desde el robo, tan atrevido, llevado á cabo en 1866 en la tienda del joyero Walker, de Londres, cuando poco menos que á la vista de la policía (cuyos agentes tenían medios de observar desde la calle lo que pasaba en el interior), los ladrones lograron fracturar en cinco cuartos de hora, y por medio de cuñas y palancas de acero, un arca construída por el célebre Millner, de Liverpool, se han adoptado diversas medidas para evitar la introducción de semejantes cuñas alrededor de la puerta. Uno de los medios más sencillos y eficaces es el ideado por Chatwood, consistente en redondear los bordes de la puerta haciéndolos encajar muy exactamente en encajes de media caña. Pero las arcas norteamericanas ofrecen mayor seguridad que las inglesas á este respecto, si hemos de juzgar por la competencia habida en 1878 en la Exposición de París, entre el referido Chatwood y el fabricante americano Herring. Confiados ambos en la solidez de sus arcas respectivas, acordaron demostrarla de un modo práctico, apostando cada uno quince mil francos á que rompería primero el arca del otro, sacando un objeto que al efecto había de depositarse en ella; la fractura debía verificarse con herramientas iguales y el mismo número de ayudantes por ambas partes, quedando éstas, por lo demás, en libertad de

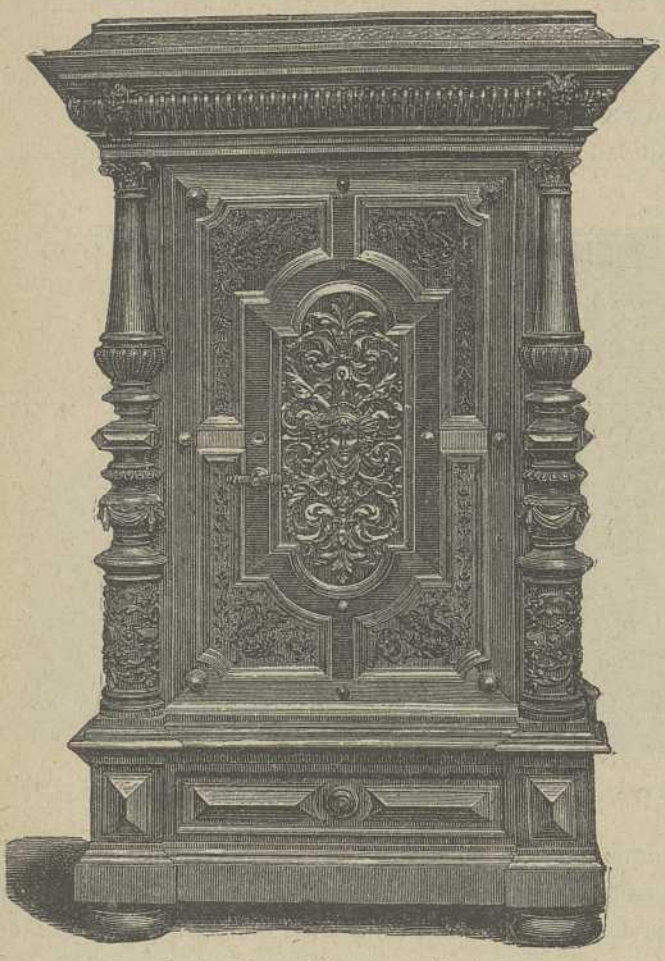


FIG. 346.—Arca de seguridad, hecha por Ade, de Stuttgart.

obrar como mejor les pareciera; la victoria fué para el americano, que al cabo de cuatro horas logró romper el arca inglesa, mientras la suya resistía todavía.

El fabricante alemán Ade, que hemos mencionado ya al tratar de las cerraduras de seguridad, reconociendo las ventajas de la construcción americana, produce hoy arcas inmejorables, cuyo marco, en vez de consistir en cuatro planchas unidas por medio de hierro de ángulo, está formado de una plancha única, doblada en frío; los dos extremos que se juntan en medio del lado inferior se remachan sólidamente uno con otro, y el fondo ó pared posterior se une al marco de un modo análogo, mientras que el encaje de la puerta está constituído por un hierro angular de figura especial. Una de estas arcas de Ade se sometió el año 1879, en un concurso, á la prueba siguiente: en primer lugar, estuvo expuesta durante cuatro horas y media al calor intenso de una gran hoguera, caldeándose exteriormente hasta el rojo más vivo; después, por medio de una grúa, se elevó en posición inclinada hasta una altura de seis metros, desde la cual se dejó caer sobre un sólido empedrado de basalto; y, por último, resistió durante siete horas y media los esfuerzos continuos de siete operarios para fracturarla con cuñas y palancas. Cuando al fin se consiguió abrirla, los libros y papeles depositados en su interior se hallaron intactos, y andaba todavía un reloj de bolsillo, que también se había encerrado, á pesar del fuego, de la caída y de los golpes referidos. Por regla general, las arcas de seguridad, especialmente las inglesas, tienen un exterior sencillo, por ser esencialmente objetos de utilidad, y no de lujo; pero á veces se les da también el aspecto de un mueble artístico, como lo demuestra

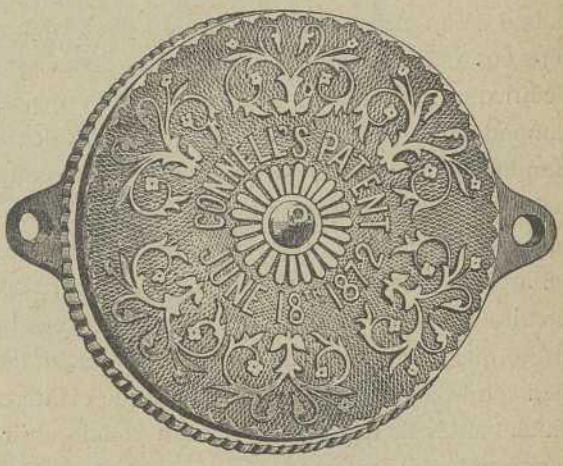


FIG. 347.—Llamador automático: vista exterior.

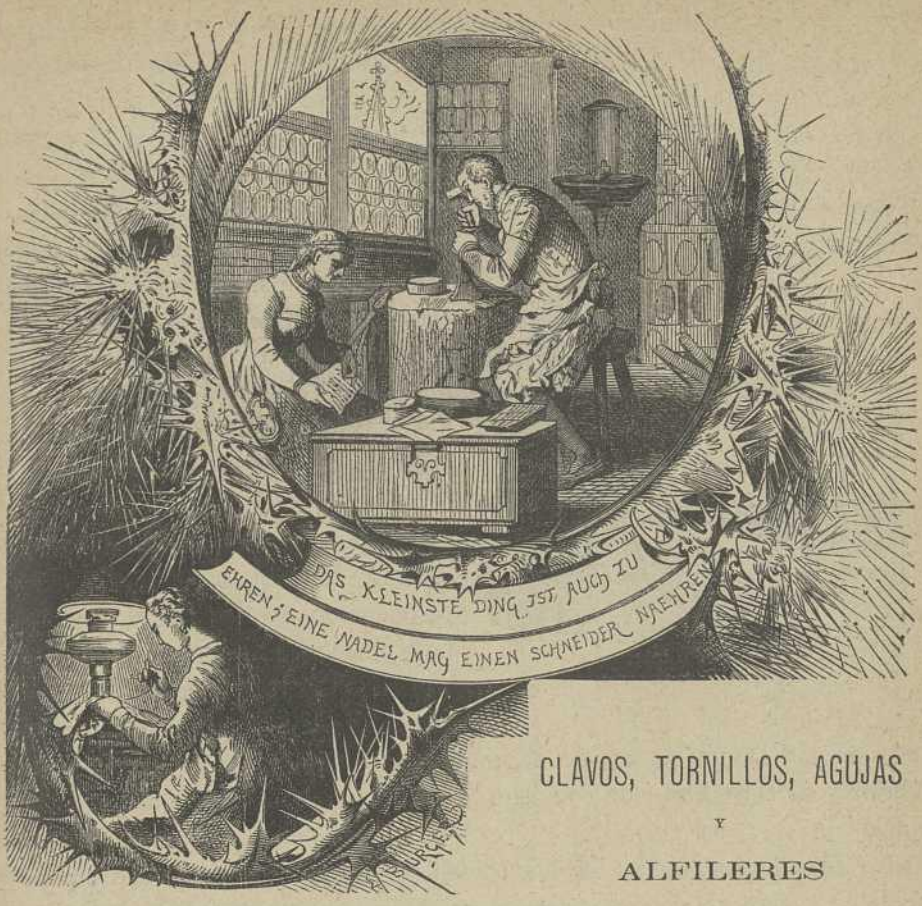


FIG. 348 —Mecanismo del llamador automático.

la fig. 346, que representa una hermosa pieza cincelada que salió hace algunos años de los talleres de Ade, en Stuttgart.

Para evitar un robo en grandes establecimientos y aun en casas particulares, suele establecerse, especialmente en los Estados Unidos, una comunicación eléctrica entre el arca de seguridad y el cuarto de dormir de la persona interesada ó de un dependiente suyo. Son dos los procedimientos en boga: uno de ellos consiste en disponer el conductor de manera que se establece un contacto eléctrico en el momento en que se abre la puerta del arca, haciendo sonar una campanilla en el dormitorio consabido. Pero es preciso disimular muy bien los alambres conductores, porque si el ladrón los descubre, no tiene más que cortarlos antes de proceder á la fractura, y entonces no se produce la alarma deseada. En cambio, si las cosas se disponen de modo que al abrirse la puerta del arca se interrumpe una corriente eléctrica constante, en vez de cerrarse el circuito, entonces la cortadura de los alambres produce precisamente el mismo efecto que la abertura de la puerta, ó sea el de hacer sonar la campanilla; si bien con la importante diferencia de que el interesado, alarmado, puede acudir mucho antes de que el ladrón haya podido abrir la cerradura. Es verdad que, conociendo de antemano la disposición de los conductores, puede el ladrón establecer un contacto entre ellos, y burlar así á su víctima; pero como es altamente improbable que tenga semejante conocimiento, casi nunca podrá decidir si debe cortar los alambres ó hacer la operación contraria.

En muchos almacenes, tiendas y oficinas es muy conveniente, cuando no preciso, que la entrada de una persona extraña se dé á conocer en el acto; y al efecto suele fijarse en la esquina superior de la puerta una clavija que al abrir hace sonar una campanilla. En los últimos años, este medio, un tanto primitivo, ha ido cediendo el puesto á los llamadores automáticos que se fabrican en masa en los Estados Unidos, y de los cuales ofrecemos un ejemplo en las figuras 347 y 348; el mecanismo que se ve en la segunda queda cubierto por la campanilla adornada representada en la primera. Atorníllanse estos llamadores en el interior de la puerta, junto á la cerradura, de modo que al abrir suena la campanilla, dando el correspondiente aviso.



CLAVOS, TORNILLOS, AGUJAS

Y

ALFILERES

Clavos. Fabricación á mano.—Fabricación mecánica, en caliente y en frío.—Puntas de París y fabricación del alambre.—Clavos fundidos.—Clavos de adorno.—*Tornillos*. Ordinarios para madera.—Tornillos para metal: fabricación á mano; terrajas; fabricación mecánica; máquinas de terrajar; tornos.—*Agujas de coser*.—Historia.—Fabricación.—Agujas de hacer medias.—*Alfileres*. Fabricación á mano (Alemania); fabricación mecánica (Inglaterra).

Si la importancia de un producto industrial fuera siempre proporcionada á su tamaño y peso, podríamos desde luego ahorrarnos el trabajo de escribir el presente capítulo; pues entre los diversos artículos de metal de uso común, pocos hay, al parecer, más insignificantes que los nombrados en el título que encabeza estas líneas. Pero nadie seguramente desconoce la gran utilidad de tan modestos objetos; al contrario, sabemos que son de aquellas cosas tan indispensables que, si no existiesen, habría á la fuerza que inventarlas; y pues nos son tan familiares y su fabricación ha sido un campo fértil para la humana inventiva, la descripción de los procedimientos y aparatos tan ingeniosos que supone su producción, no puede menos de interesar á nuestros lectores.

CLAVOS

La fabricación de los clavos ordinarios de hierro es una rama de la industria en la que el trabajo manual sigue luchando ventajosamente con el mecánico; pues tan sencillas como son las formas de dichos clavos, no es menos cierto el hecho de que su producción por medio de una máquina ofrece todavía dificultades insuperables, desde el momento en que se trata de obtener con ella un producto de tan buena calidad como el que se obtiene á mano. Además, la habilidad del clavero experimentado es tan grande, que se hace difícil construir una máquina con la que pudieran fabricarse los clavos de primera clase más económicamente que con las manos de aquél; de modo que sólo para producir las clases inferiores de clavos ha sido completa y definitiva la victoria del trabajo mecánico.

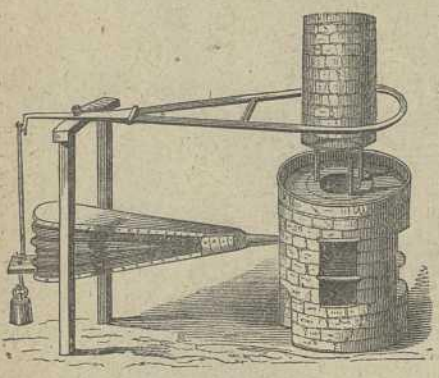


FIG. 349.—Hornillo del clavero.

La fabricación manual de los clavos se ha desarrollado extraordinariamente en Inglaterra, con especialidad en el condado de Derby y las inmediaciones de Birmingham; las afueras de este importante centro, dentro de un radio de cinco á seis kilómetros, albergan nada menos que 20.000 personas que viven exclusivamente de dicha industria. En España existen unos cien talleres destinados á producir clavos á mano.

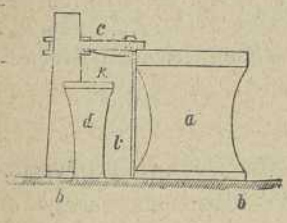


FIG. 350.

Yunque del clavero.

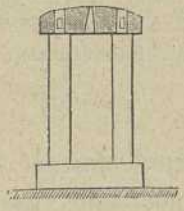


FIG. 351.

Clavera fija

Apenas puede darse taller más sencillo que la fragua del clavero; en cambio, tanto más debe admirarnos la destreza de éste. Para formar sus productos de la primera materia, consistente en varillas laminadas de hierro dulce, no necesita más que un pequeño hogar ú hornillo con fuelle (fig. 349), un yunque, un cortafrío fijo, varios martillos y tenazas y una serie de herramientas especiales, llamadas *claveras*, para formar la cabeza de los clavos.

El yunque (fig. 350, *a*) tiene forma rectangular, alargada; carece de cuernos y se halla sujeto mediante una espiga á un pesado tronco de madera, *b*, de

la altura conveniente. Cerca de uno de los extremos del yunque se levanta sobre la misma base el portaclaveras, en el cual se acuña el mango de una clavera, *c*, de modo que el borde anterior de su cabeza descanse sobre el yunque; la manera de sujetar la clavera permite que se cambie fácilmente por otra en un momento dado. Delante del portaclaveras, y sujeto también al tronco por medio de una espiga, se halla, por último, el cortafrío fijo *d*, cuya boca ancha y acerada es igual á la de un cincel ordinario.

Según la forma que se quiere dar á la cabeza del clavo, varía, como se comprende, la de las claveras, cual se desprende de la fig. 352. Estas herramientas consisten sencillamente en una barra cuadrada de hierro, de unos 30 centímetros de largo, provista de una cabeza aplanada, en cuyo centro hay un agujero cónico, cuadrado ó redondo, que termina á veces superiormente en una matriz. Cuando, en lugar de emplear el portaclaveras, la herramienta se sujeta con la mano, el mango es redondo. En algunas partes las claveras carecen de mango, consistiendo en sólo una pieza redonda ó poligonal con el agujero en el centro, y además otras dos aberturas en las que encajan las espigas de dos montantes de hierro que le sirven de base, como indica la figura 351. Para que sean más duraderas las claveras, se acera siempre la parte superior de su cabeza destinada á sufrir los golpes; sólo en este lado tiene el agujero la forma exacta, ensanchándose hacia abajo para que el clavo hecho se desprenda más fácilmente; á veces, y para impedir que el clavo se acuñe en dicho agujero, el portaclaveras tiene un resorte (fig. 350, *k*), en el que se apoya la punta del clavo durante la operación, y que hace saltar á éste un poco después de cada golpe.

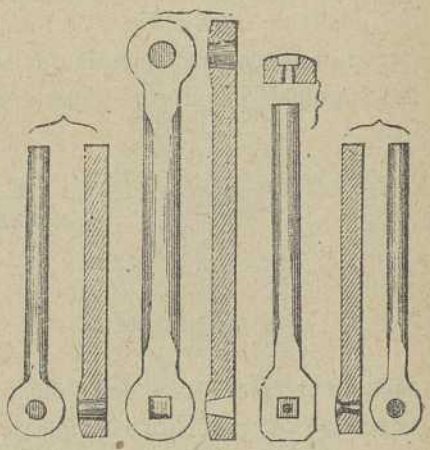


FIG. 352 —Claveras de mano.

El trabajo de forjar los clavos consiste en lo siguiente: en primer lugar, el clavero introduce en la lumbre las extremidades de cierto número de varillas de hierro dulce, de grueso proporcionado al tamaño de los clavos que se propone hacer, y las caldea hasta el blanco, á fin de que no se enfríen demasiado pronto. Cogiendo luego una varilla, apoya su extremidad candente sobre el yunque, y con algunos golpes de martillo bien dirigidos, la estira en punta; seguidamente, y valiéndose del canto ú orilla del yunque, forma con el martillo la base de la cabeza, como indica la fig. 353 *a*, calculando á ojo el largo del clavo; luego apoyando la varilla sobre el cortafrío fijo y dando otro golpe, produce, un poco detrás de dicha base, un corte que no atraviesa completa-

mente el hierro (fig. 353, *b*); introduce, sin perder momento, la punta del clavo en el agujero de la clavera, doblando al mismo tiempo la varilla y rompiéndola á ras de la cabeza, como indica la figura en *c*, y, por último, da á la cabeza, con algunos rápidos golpes de martillo, la forma deseada, *d*. Un ligero golpe desde abajo sobre la punta del clavo, hace saltar éste fuera de la clavera; y para evitar la necesidad de mirar cada vez, se fija al yunque, debajo de la clavera, una platina (fig. 350, *l*) que sirve de guía al martillo. Entretanto, el clavero ha vuelto á meter la primera varilla en la lumbre, y ha sacado otra candente para forjar un segundo clavo. Cuando el clavo es más corto que el grueso de la clavera, hay que colocar sobre el resorte *k* un pequeño añadido, sobre el cual puede apoyarse la punta; ó bien se prescinde de esto, sacando el clavo de la clavera por medio de unos alicates de forma especial (fig. 354). Aparte de la configuración de la clavera, la forma de la cabeza del clavo depende de la dirección de los golpes, y por regla general, es la de una pirámide muy rebajada y apla-

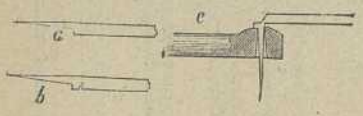


FIG. 353.
Forjado de la cabeza del clavo.

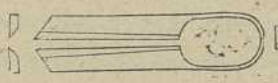


FIG. 354.
Alicates para sacar los clavos.

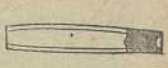


FIG. 355.
Estemple para formar cabezas.

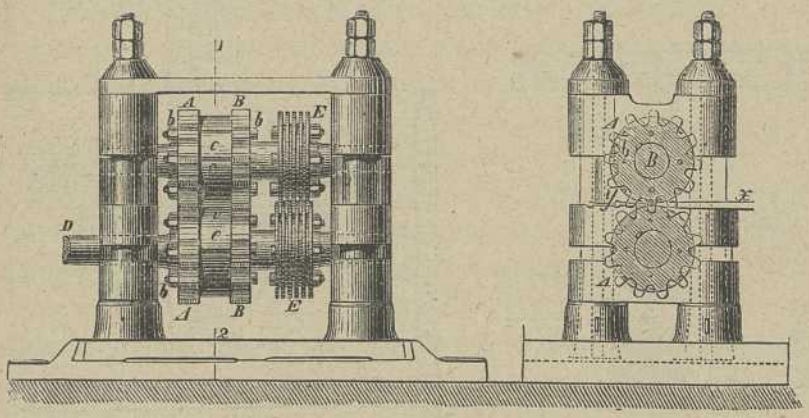
nada en el ápice. Para dar á dicha cabeza una forma determinada, simétrica, es preciso valerse de un estemple de acero (fig. 355), cuya boca lleva la depresión correspondiente semiesférica, cuadrada, triangular, etc.

Tratándose de clavos cortos, un clavero hábil es capaz de forjar dos en seguida, con la misma varilla, sin volver á caldearla; y en general, como ya indicamos, la destreza de semejante artífice es extraordinaria. En el espacio de un día, ó sean doce horas, puede producir de 2.000 á 2.500 clavos para botas, con peso de un kilogramo próximamente; ó de 1.500 á 2.000 de herradura, con peso de tres á cuatro kilogramos; ó bien de 500 á 600 grandes de entablar, que pesan de cuatro y medio á cinco kilogramos, valiéndose únicamente del ojo para apreciar el largo de los clavos, que debe ser exacto para cada clase. Los clavos muy grandes los forja el clavero con ayuda de un muchacho, ó de otro hombre, que maneja un martillo pesado.

Fabricación mecánica.—Si, como dijimos más arriba, Inglaterra es la patria por excelencia del humilde cuanto hábil clavero, también debemos á los ingleses la invención de máquinas para hacer clavos. Desde el año 1790 á 1852 se habían concedido en Inglaterra cincuenta privilegios relativos á ellas, y ya en 1809 existían en Birmingham varias fábricas de clavos mecánicos. Los procedimientos que se siguen en esta fabricación varían según que el hierro se elabora en caliente ó en frío; en este último caso, la primera materia es el palastro

ó el alambre, si bien hay que advertir que con alambre no se producen clavos, en la acepción común de la palabra, sino la variedad conocida con el nombre de "puntas de París„.

Para la producción mecánica de clavos con hierro candente se emplearon desde un principio laminadores de construcción especial, que con el tiempo se ha ido perfeccionando notablemente. La fig. 356 nos ofrece la elevación de una de estas máquinas, mientras que la 357 representa su sección transversal por la línea 1-2: consiste esencialmente en dos cilindros estrechos, *C C'*, sobrepuestos, de hierro colado macizo, en cuyas superficies se encuentran varias series de depresiones ó moldes, de forma que corresponde á la que se quiere dar á los clavos. El cilindro inferior está acuñado sobre un árbol en comuni-



FIGURAS 356 y 357.—Laminador para hacer clavos.

cación directa con el motor, y transmite el movimiento á su compañero mediante ruedas de engrane *A B*, dotándose cada cilindro con dos de estas ruedas, á fin de que la rotación sea perfectamente uniforme. En la fig. 357 puede distinguirse la platina de hierro candente *X*, pasando entre los cilindros, y saliendo en el lado opuesto (*Y*) convertido, hasta cierto punto, en clavos. En efecto, éstos no salen concluídos del laminador, sino que la platina candente sólo recibe, por ambos lados, las impresiones correspondientes á cierto número de clavos, sin que exista todavía separación entre éstos, apareciendo como en la figura 358 (*A* vista de plano, *B* sección longitudinal). Para dividir semejante platina longitudinalmente en tiras correspondientes al grueso de los clavos, se hace pasar entre los dos sistemas de discos paralelos, *E E* (fig. 356), cuyos bordes cortantes hacen su oficio; y después, para acabar de dar forma á cada clavo, separándolo, por último, de la serie, se caldean dichas tiras, sometiéndolas á la acción de una máquina construída expresamente para el objeto, cuya descripción nos llevaría demasiado lejos.

La aplicación de la maquinaria á la industria de que tratamos se ha exten-

dido ventajosamente á la fabricación de los pesados clavos que sujetan á las traviesas los rails de las vías férreas. Antes se formaban dichos clavos exclusivamente con la ayuda de matrices especiales, doblando un extremo del pedazo de hierro candente para formar la cabeza, de la manera indicada en la figura 359; y todavía sigue en práctica este procedimiento, con la diferencia de que, para no violentar tanto el hierro dando lugar á roturas, la cabeza se forma en la matriz recalcando sencillamente el extremo respectivo, pero sin doblarlo. Por otra parte, los clavos en cuestión se producen por medio del laminador representado en la fig. 360, que también sirve para otras clases de cla-

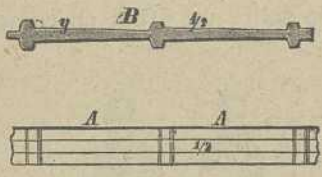


FIG 358.—Clavos laminados.

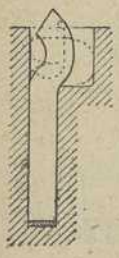


FIG. 359.
Forjado de clavos ferrocarrileros.

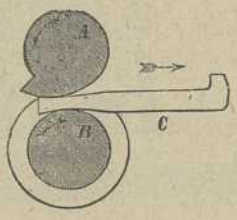


FIG. 360.
Laminador para la fabricación de clavos.

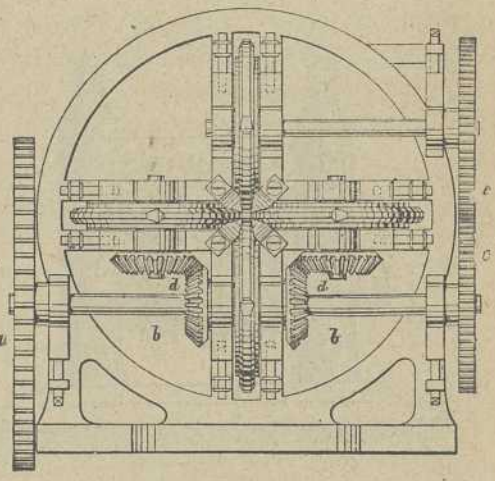


FIG. 361.
Laminador para la fabricación de clavos.

vos; aquí tenemos cuatro cilindros, muy estrechos relativamente á su diámetro, dispuestos de modo á formar como una cruz, en cuyo centro se juntan sus periferias, las cuales se hallan constituídas por anillos, en cuyo borde externo se ven las entalladuras correspondientes á la cabeza de los clavos, y dichos anillos pueden separarse de los cilindros y cambiarse por otros de forma distinta cuando se quieren producir clavos de diferentes clases. Por lo demás, la marcha de este laminador se comprende con facilidad: la gran rueda dentada *a* transmite directamente el movimiento del motor al árbol *b*, en el cual está acuñado el cilindro inferior; mediante las dos ruedas de engrane, *c c*, se mueve al mismo tiempo el cilindro superior, mientras que los dos engranajes cónicos *d d*, situados en ambos lados del primer cilindro, determinan la rotación de los dos cilindros laterales. Como se ve, pues, todos los cilindros giran hacia el centro de la cruz, y arrastran necesariamente las barras de hierro candente que se introducen de frente en dicho punto, estirándolas lo necesario y convirtiéndolas

de paso en clavos (en este caso los de ferrocarril), que resultan cortados al formarse su cabeza.

A estos clavos no falta más que la punta, y para formarla se emplea también un laminador, aunque de construcción distinta del que dejamos descrito. La fig. 361 indica el principio en que se funda: el cilindro superior *A* se halla provisto de un fuerte diente excéntrico, mientras que el inferior *B* tiene una ranura de ancho y profundidad correspondientes. Ambos cilindros están hechos de hierro colado endurecido, y el movimiento del motor se transmite á ellos por medio de engranajes, de modo que giran con la misma velocidad en direcciones contrarias. El clavo *C*, previamente caldeado, se introduce mediante unas pinzas entre los cilindros, la cabeza por delante, en el momento en que el diente del cilindro superior deja libre el paso; á medida que se acerca otra vez el cilindro inferior, el espacio se va estrechando gradualmente, el clavo es arrastrado en la dirección que indica la flecha, adelgazándose su extremidad, y al pasar el diente mismo por la ranura, resulta la punta hecha, cayendo el clavo á tierra. Tenemos noticia de la invención reciente de una máquina que deja concluídos los clavos de una vez, encabezando, apuntando y cortándolos, á medida que se introducen en ella las varillas candentes.

También se ha desarrollado extraordinariamente en los últimos años la fabricación á máquina de los clavos de herradura. Para ellos es preciso emplear hierro dulce de la mejor calidad, siendo especialmente apropiado para el objeto el sueco, producido con carbón vegetal, pues sólo con semejante material puede dárseles la delgadez necesaria para que penetren en el casco de las caballerías sin que pierdan en solidez y tenacidad. Corresponde á Alemania el primer puesto en ese ramo de la industria clavera, merced á la actividad de una Sociedad para la fabricación de herraduras y clavos que se ha establecido en diferentes puntos del país, y tiene en Eberswald (Prusia) su fábrica más importante. Este establecimiento modelo cuenta con un solar de 105.000 metros cuadrados, de los que 18.500 están ocupados por edificios, y produce diariamente de 25 á 30.000 kilogramos de clavos de herradura, ó sean unas 9.000 toneladas al año, empleando 850 operarios y más de 400 máquinas claveras, movidas por diez motores de vapor, con la fuerza colectiva de 1.500 caballos. Para la construcción y reparación de las máquinas claveras tiene la fabrica un taller especial, en el que funcionan 38 herramientas mecánicas de diversas clases. Los clavos de herraduras se fabrican aquí de 25 clases distintas, que comprenden nada menos que 235 números, según los tamaños.

De lo expuesto hasta aquí se deduce que las máquinas de hacer clavos en caliente tienen, por lo común, la forma del laminador. Tal es, en efecto, el caso; pero se producen también clavos en una especie de máquina de forjar, los cuales se conocen en los mercados con el nombre de *clavos prensados*. Las varillas prismáticas de hierro se cortan primero en frío, en pedazos del largo

correspondiente al clavo, y luego se introducen en la máquina en estado candente. Cada pieza queda sujeta de modo que sólo asoman sus dos extremidades; un martillo mecánico forma la punta, mientras que la presión de un estemple remacha ó recalca la extremidad opuesta, formando la cabeza.

Pasando ahora á la fabricación mecánica *en frío*, damos de manos á boca con una prueba singular de cómo, en el terreno de la utilidad pura, pueden arraigarse pareceres distintos, con carácter, digámoslo así, de nacionalidad. Para el europeo (incluso los ingleses), nada hay más útil y cómodo, para determinadas obras de carpintería, que el clavo de alambre, ó sea la llamada punta de París; mientras que el norteamericano desprecia este artículo, prefiriendo en su lugar la punta de palastro.

Esta clase de clavos, que comprende muchas variedades, se produce mediante el corte, en máquinas especiales, de tiras de palastro ó chapa de hierro más ó menos delgado. Según la forma del clavo, varían naturalmente los cortes, como indica la fig. 362, combinándose de modo que resulte poco desperdicio de material, alternando las cabezas y puntas en los dos bordes de la tira. El corte señalado en dicha figura con la letra *A*, produce puntas triangulares relativamente anchas, ó tachuelas de zapatero; los señalados con *B* y *C* dan también puntas triangulares, pero más estrechas, que emplean especialmente los carpinteros y vidrieros, mientras que *D* y *E* señalan cortes correspondientes á puntas con cabeza, que sirven en los Estados Unidos para clavar tablas gruesas, existiendo además otras varias formas, de las que no podemos ocuparnos.

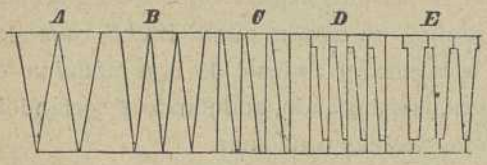


FIG. 362.—Cortes diversos de las puntas de palastro.

Para cortar estos clavos y tachuelas de palastro, se emplean tijeras paralelas ó estampas cortantes, movidas, bien por un mecanismo semejante á un volante de acuñar, bien mediante la combinación de excéntricas y palancas. La figura 363 ofrece una vista general de una de estas tijeras mecánicas ó máquinas de estampar, muy á propósito para la producción en masa, mientras que la 364 da idea de su acción: la estampa ú hoja móvil *a*, guiada en una caja, como muestra la figura anterior, está sujeta en el extremo de la palanca *b*, cuyo punto de apoyo se halla en *c;* próximo á la estampa, una pieza articulada une la palanca con la excéntrica *e* del árbol motor, que al girar determina el movimiento de vaivén en sentido vertical. La estampa *a* tiene una estufa que constituye su parte cortante, en unión con el borde anterior de una abertura en la plancha *f*, borde que forma como la hoja fija de la tijera; mientras que la parte posterior de dicha estampa, que nunca sale fuera de la abertura en cuestión, constituye un punto de apoyo para la tira de palastro *g*, asegurando la mayor

igualdad en el ancho de los clavos. Cada vez que baja la estampa se produce un corte, cayendo el clavo por la abertura sobre un plano inclinado que se ve en la fig. 363. El operario introduce la tira de palastro en la máquina, sosteniéndola y guiándola por medio de unas tenazas especiales (fig. 364, *h*), cuya extremidad posterior se apoya en un soporte, *r*; esta disposición facilita también la operación de volver la tira, que se hace necesaria tratándose de puntas con cabeza como las señaladas con *D* y *E* en la fig. 362. Por regla general, las máquinas de que hablamos tienen además un mecanismo, mediante el cual se recalcan las cabezas de las puntas para prestarlas mayor firmeza.

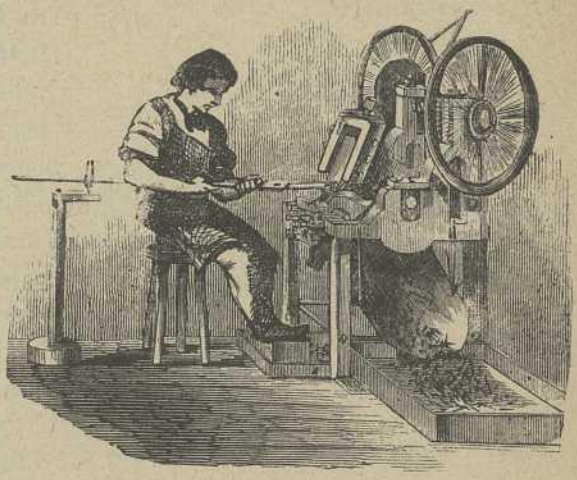


FIG. 363.—Tijera mecánica para cortar puntas de palastro.

Debemos mencionar en este sitio una clase especial de clavos que se fabrica en grande escala en Boston, cortando tiras de palastro, no transversalmente, sino en sentido longitudinal, como indica la fig. 365, separándose de un golpe diez clavos, cuya punta resulta naturalmente de la forma cónica de su cabeza. La máquina tiene al efecto un número proporcionado de cuchillas ú hojas cortantes, dispuestas paralelamente, que al bajar dividen la tira de palastro en la forma indicada; al levantarse dichas hojas, la tira avanza de un modo automático en la medida necesaria, determinada por el largo de los clavos; se verifica un segundo corte, cayendo el producto en una caja, y así sucesivamente.

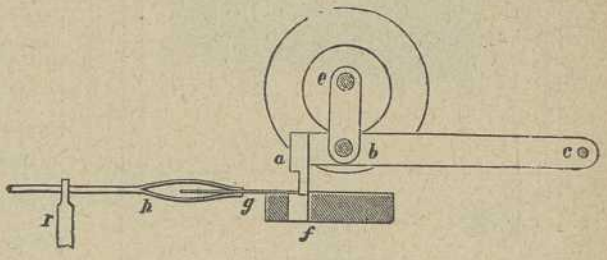


FIG. 364.—Principio mecánico de la tijera de cortar puntas de palastro.

Puntas de París y fabricación del alambre.—Aunque no es despreciable la cantidad de clavos, propiamente dichos, que se produce en Europa á máquina, según los procedimientos ya referidos, es en sumo grado superior la de las llamadas *puntas de París*, que se fabrican en frío con alambre de hierro. Tanto es así, que la producción siempre creciente de estas puntas ha ejercido una influencia considerable sobre el desarrollo

y perfeccionamiento de la fabricación del alambre; y como en el tomo IV sólo hemos tratado sucintamente de esta rama industrial, parécenos del caso considerarla ahora un poco más de cerca, antes de ocuparnos de las puntas de París. La base de la fabricación del alambre de hierro es la laminación de barras relativamente gruesas, ó sea su estiramiento gradual en el laminador, hasta reducir su grueso y aumentar su longitud lo más posible, con el fin de abreviar la elaboración ulterior en el banco de estirar. Procédese primero por el modo ordinario á formar varillas delgadas y largas, y entonces cada una de éstas, caldeada de antemano, se elabora por sí, haciéndola pasar continuamente por diferentes pares de cilindros hasta reducir su grueso á unos cinco milímetros, y con tal velocidad, que, en estado todavía candente y blando, pueda arrollarse uniformemente sobre un tambor. Con este estiramiento preliminar se contentaban antes los fabricantes, procediendo luego á la elaboración definitiva en el banco; pero en los últimos años, y más especialmente en atención á la producción del alambre de acero, se han introducido mejoras en el procedimiento referido, que permiten llevar más adelante el estiramiento en el laminador, hasta obtener un alambre de tres á tres y medio milímetros, con ahorro notable de tiempo y gastos.

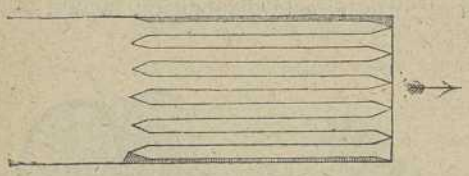


FIG. 365.—Otra forma de las puntas de palastro.

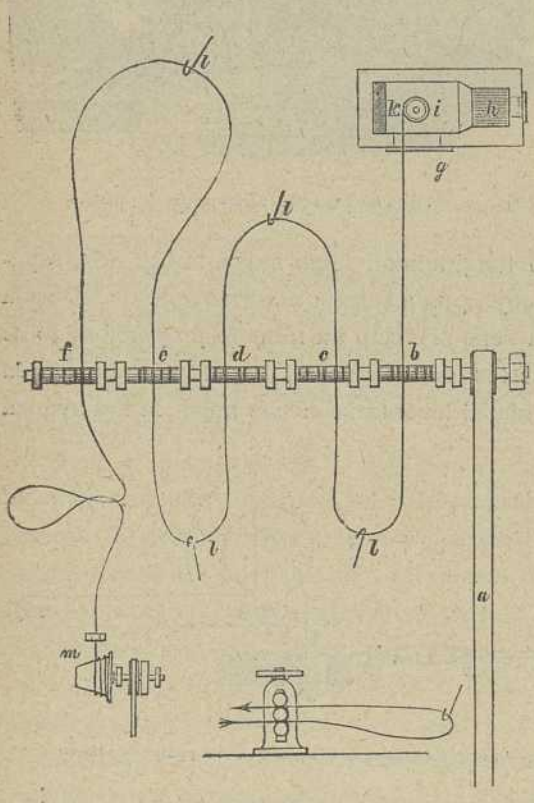


FIG. 366.
Disposición de los laminadores en una fábrica de alambre.

En efecto; el tambor con el alambre de cinco milímetros, obtenido en la primera operación, se fija en un pequeño horno de reverbero, desde el cual va pasando directamente el alambre caldeado por una serie de laminadores, cuyos cilindros giran con mucha velocidad. La fig. 366 muestra esta nueva disposición: *a* es la correa que transmite el mo-

vimiento del motor á los laminadores *b*, *c*, *d*, *e* y *f*; *g* es el horno referido, con su hogar *h* y su chimenea *k*; y en él se ve el tambor *i*, desde el cual se va desarrollando el alambre candente. La extremidad libre de éste se introduce entre los cilindros del laminador *b*, y pasa sucesivamente por los demás, estirándose y adelgazándose hasta arrollarse de nuevo sobre un tambor cónico *m* que gira con independencia á impulso de otra correa de transmisión. Durante la operación, unos hombres situados á cierta distancia de los laminadores, en ambos lados, y armados de ganchos (*l*), van guiando el alambre para evitar que se enrede; pero tienen que proceder con sumo cuidado, si no quieren sufrir ellos mismos una cogida y verse arrastrados.

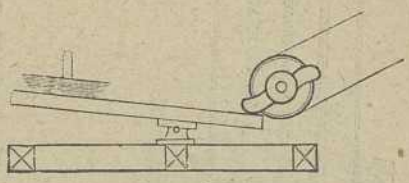


FIG. 367.
Aparato de sacudimiento para limpiar el alambre.

El alambre laminado, antes de que pueda estirarse en el banco, tiene que limpiarse perfectamente de la delgada capa de óxido que lo recubre; á cuyo efecto se somete á la acción de ácido sulfúrico muy diluído, y después á un batido. El ácido no disuelve dicha capa oxidada, pero se introduce entre ella y el metal, aflojándola lo bastante para que se separe fácilmente por sacudimiento. Antes se empleaba al objeto el aparato representado en la figura 367, consistente en una alfarjía dispuesta sobre un marco á manera de balancín, en cuyo brazo largo se coloca un rollo de alambre que se levanta y deja caer de golpe mediante una excéntrica que obra sobre el brazo corto; pero hoy se prefieren los tambores giratorios que representan las figuras 368 y 369, dentro de los cuales se coloca cierto número de rollos sueltos de alambre y cierta cantidad de agua, verificándose la separación del óxido en virtud del choque de los rollos entre sí. Para separar los últimos restos del ácido, el alambre se sumerge algún tiempo en agua de cal, y después de secarse pasa al banco de estirar.

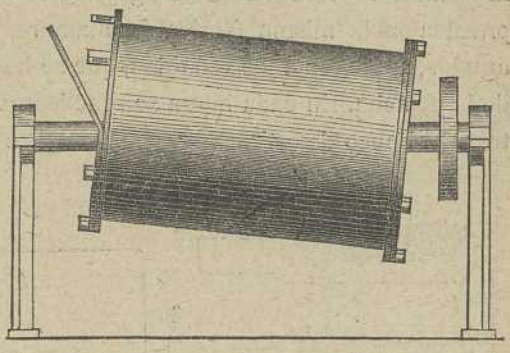


FIG. 368.—Tambor de Kaiser para limpiar alambre

La parte esencial de este aparato lo constituye la llamada *hilera*, una pequeña plancha con agujeros que, cuando no se destina á producir alambres muy finos (en cuyo caso es totalmente de acero), se forma con hierro y acero, según un procedimiento especial que creemos del caso referir. El herrero forja primero, con hierro dulce, una especie de pala (fig. 370, *a*) con

una depresión, en la que echa luego cierta cantidad de una clase especial de acero bruto, después de caldearlo, apagarlo en agua fría y reducirlo á pedazos del tamaño de avellanas. Coloca entonces la pala, así preparada, en la lumbre de la fragua, cubriéndola con carbón, y la caldea hasta el blanco; el acero se funde, y cuando su masa adquiere una consistencia pastosa, el herrero, mediante golpes cuidadosos del martillo, procura pegarlo íntimamente con la base de hierro, produciendo una plancha de la forma representada en nuestro grabado (*b*). Después de limpiar ésta y caldearla con cuidado para ablandarla, se procede en frío á perforarla, por medio de puntas de acero (*c*) de la mejor calidad, empleándose sucesivamente tres de diferente grueso, que se untan con aceite y se clavan en la plancha, por el lado del hierro, con un martillo parecido al que se usa para picar las limas. El artífice que produce las hileras no lleva el agujereamiento más allá de lo necesario para que la punta del instrumento más fino que emplea asome por la cara del acero lo bastante para que se sienta con el dedo; la formación definitiva de los agujeros es una operación más delicada, que se practica en la misma fábrica de alambre, por medio de instrumentos puntiagudos, análogos á los referidos, que se hacen penetrar desde el lado de acero de la plancha. En cada hilera se practican varios agujeros de diferentes diámetros. El banco de estirar (fig. 371) consiste en una mesa larga y estrecha, que

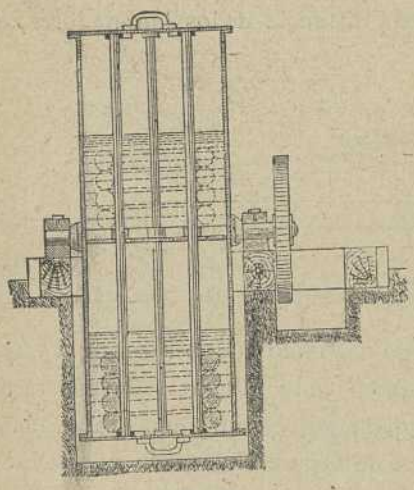


FIG. 369.
Aparato de Ulmke y Horts para limpiar alambre.

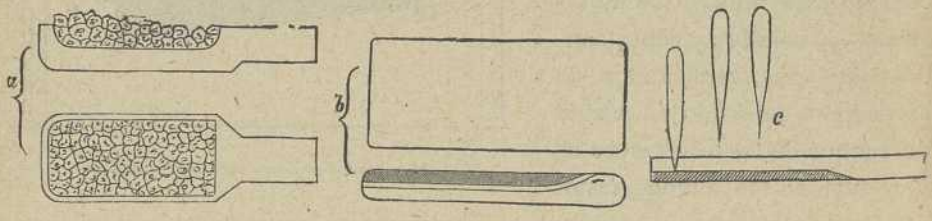


FIG. 370.—Formación de las hileras.

tiene en un extremo una devanadera, *a*, que puede girar en torno de un eje vertical, una hilera *b*, sujeta en un soporte fijo, á corta distancia de aquélla, y un tambor ligeramente cónico, *e*, montado sólidamente sobre un árbol *f*, que atraviesa la mesa y se halla en comunicación, mediante un engranaje, con el árbol motor. Sobre la devanadera se coloca un rollo de alambre laminado,

y afilando con una lima la extremidad libre de éste, se introduce por el agujero mayor de la hilera, cogiéndolo y sujetándolo en el lado opuesto con una pequeña tenaza, *c*, unida al tambor por medio de una cadenita. Puesto el motor en movimiento, el tambor gira, haciendo tiro del alambre, que al pasar por la hilera se estira y adelgaza; cuando todo el rollo ha sufrido el primer estiramiento, se traslada desde el tambor á la devanadera, repitiendo la operación

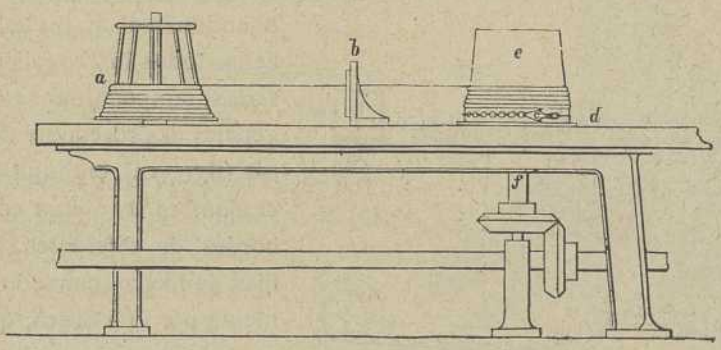


FIG. 371.—Banco de estirar alambre.

descrita, pero haciendo pasar el alambre por un agujero más estrecho de la hilera, y así sucesivamente hasta que tenga aquél la delgadez necesaria. Sin embargo, como por efecto del estiramiento el alambre adquiere una superficie dura y una tensión interior que le expone á romperse, no se debe repetir el estiramiento más de dos ó tres veces sin caldear el alambre, con objeto de ablandarlo. Esto se verifica en vasijas especiales de hierro colado, palastro ó acero fundido, de metro y medio de alto y 60 centímetros de diámetro, provistas de una tapadera, en las cuales se colocan los rollos de alambre como indica la fig. 372, y se someten durante bastante tiempo al rojo vivo en un horno. Durante el caldeo hay que procurar que las llamas bañen continuamente las vasijas, á fin de evitar en lo posible una oxidación del alambre; pero por más cuidado que se ponga en esto, así como en el enlodado de las tapaderas, para que el aire no penetre, dicho objeto no se consigue por completo, de modo que al sacar los rollos después de enfriadas lentamente las vasijas, es preciso someterlos nuevamente á la acción del ácido sulfúrico y á las operaciones consiguientes, referidas más arriba.

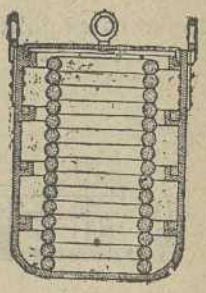


FIG. 372.—Vasija para caldear el alambre.

El empleo de dicho ácido, en la medida que reclaman las grandes fábricas de alambre, no está exento de serios inconvenientes; pues como directa ó indirectamente llegan los líquidos acidulados á los ríos, no sólo matan á los peces, sino que pueden inutilizar las aguas para los usos ordinarios del vecindario. Este

hecho ha dado lugar á diferentes ensayos, encaminados á quitar el óxido del alambre por la vía puramente mecánica. La primera máquina que dió resultados prácticos fué la de *Betz* (fig. 373), en la que el alambre oxidado pasa desde el tambor *a*, á impulso del mecanismo *d*, por dos sistemas de rodillos ó poleas, *b* y *c*, que le obligan á doblarse en diferentes sentidos; las vueltas no perjudican al alambre blando, pero rompen y hacen caer la capa quebradiza de óxido. Dicha máquina tuvo al principio muy buena acogida, pero hubo de abandonarse después, por no llenar todos los requisitos necesarios; tampoco dió satisfacción general el procedimiento de *Becke* (fig. 374), en cuya máquina el alambre se obliga contra los bordes de diferentes planchas fijas de hierro, pasando últimamente por una hilera, quitándose el óxido en virtud del rozamiento. Por otra parte, *Bansen* inventó al efecto una especie de laminador, con tres cilindros convergentes (fig. 375) por entre los cuales pasa el alambre oxidado; pero este medio ofrece el inconveniente de que á veces el óxido se fija ó pega más firmemente en la superficie del alambre, en virtud de la presión. Mucho más satisfactorios son los resultados obtenidos con el aparato del norteamericano *Adt* (fig. 376), que es en el fondo un perfeccionamiento del de Betz; y, por último, algunos fabricantes han recurrido al empleo de tambores giratorios, dentro de los cuales los rollos de alambre oxidado se van revolviendo con arena y materias análogas.

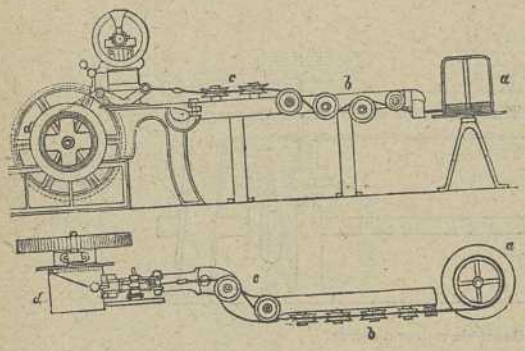


FIG 373.—Máquina de Betz para limpiar el alambre.

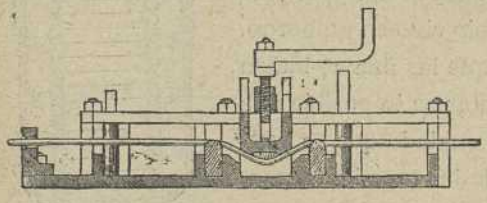


FIG. 374.—Máquina de Becke para limpiar el alambre.

Sin embargo, ninguno de los procedimientos referidos, amén de los que dejamos de citar, es capaz de sustituir completamente el del ácido sulfúrico; y en vista de esto, la atención de los fabricantes se ha dirigido de nuevo á las vasijas de caldear, con el fin de cortar el mal en su raíz, impidiendo la oxidación del alambre, á cuyo efecto se ensayan diferentes materias que, echadas en la vasija, desarrollan gases neutros. Además se ha observado que la oxidación procede principalmente después de sacadas las vasijas del horno para su enfriamiento, y para contrarrestarla se ha propuesto el empleo de tapaderas huecas, con fondo agujereado, llenas de hulla menuda, cuyos gases, desarrollándose dentro de la vasija, no darían lugar á la penetra-

ción del aire. Por último, Wedding ha demostrado recientemente que para evitar al alambre la tensión perjudicial que adquiere durante el estiramiento, no es necesaria la temperatura elevada que se produce en el horno, bastando al efecto la del plomo fundido, ó sea 340 grados próximamente; en su vista propone la colocación de un baño de plomo sobre el banco de estirar, detrás de la hilera, en cuyo baño quedaría sumergido el rollo de alambre sometido al estiramiento.

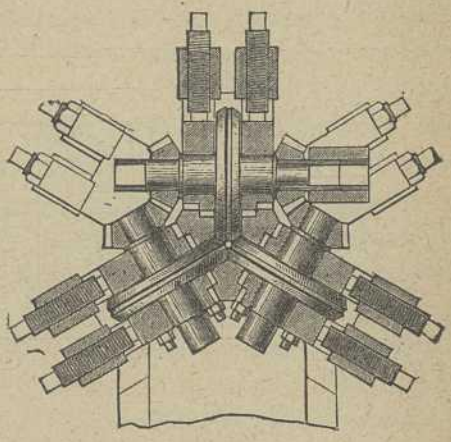


FIG. 375.—Laminador de Bunsen para limpiar el alambre.

La fabricación de las puntas de París, ó clavos de alambre, como se llaman en otros países, ofrece mucha analogía con la de los alfileres. El material generalmente empleado es el alambre duro de hierro, es decir, sin recocer, pues se producen muy pocas puntas de latón y cobre.

Al principio, y durante bastantes años, la fabricación se verificaba casi exclusivamente á mano: para las puntas mayores, que tenían de 15 á 17 centímetros de largo, se cortaban pedazos de alambre con un cortafrío, y se formaba la punta y la cabeza á martillo; para las clases menores se tomaban pedazos de alambre de 60 centímetros á ocho metros de largo, según el grueso; se formaba en una extremidad una punta, sobre la piedra de amolar ó el disco de apuntar; se cortaba luego un pedacito con arreglo al largo que debía tener la punta; se volvía á formar otra punta, y así sucesivamente, hasta concluir con cada pedazo de alambre, procediendo después á formar las cabezas de las puntas cortadas. El disco de apuntar que, como la piedra de amolar, se hacía girar rápidamente, consistía en una planchita circular de hierro, en cuya periferia había sujeto un anillo de acero, picado como una lima. Mas adelante se adoptó para sacar la punta una especie de prensa, colocando entre las piezas de acero de una matriz un pedazo de alambre de largo igual al de dos clavos, de modo que, al verificarse la presión, se formaban en medio del pedazo dos puntas de forma piramidal, que luego se separaban fácilmente. En cuanto á las cabezas, se formaban á mano, sujetando cada punta en un tornillo de mesa á propósito, y remachando el extremo respectivo con un martillo

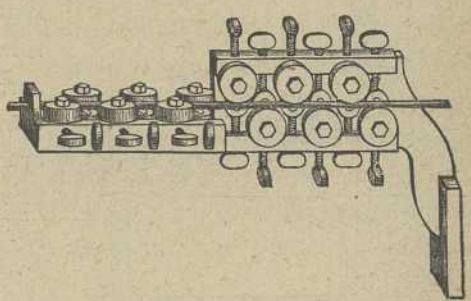


FIG. 376.—Máquina de Adt para limpiar el alambre.

ligero, ó bien mediante una matriz. El consumo, cada vez creciente, de las puntas de París, que hoy se fabrican de todos tamaños, desde dos milímetros á 24 centímetros de largo, dió lugar hace tiempo á la construcción de máquinas que debían acabar con el trabajo manual. Desde el año 1822 al de 1854 se concedieron en Francia más de cuarenta privilegios de invención relativos á

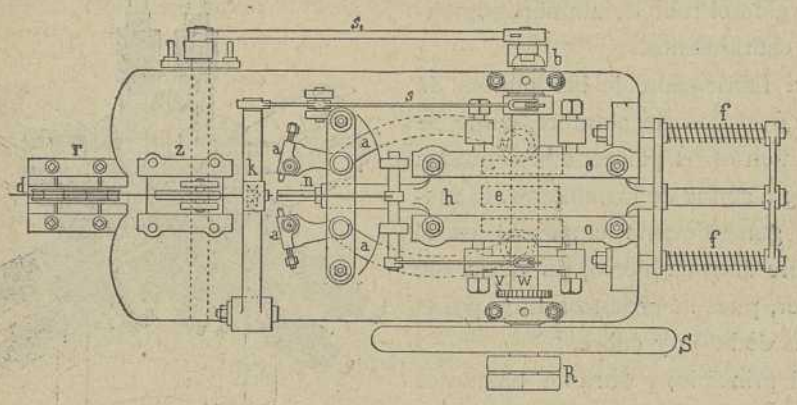


FIG. 377.—Máquina francesa para hacer puntas de París.

la fabricación á máquina de las puntas, que se desarrolló más especialmente en París; pero se tardó bastante en obtener máquinas que respondieran perfectamente al objeto. Conseguido esto al fin, la fabricación ha tomado gran incremento en otros países.

La fig. 377 representa una máquina de hacer puntas, de construcción francesa: todos los movimientos de sus diferentes partes están determinados por la rotación del árbol *W* y las excéntricas correspondientes, mediante la polea de transmisión *R* y el volante *S*. El alambre *d*, procedente de un tambor que no se ve en el grabado, se endereza al pasar por el sistema de rodillos *r*, determinando su avance el mecanismo *z*, en el momento y la medida necesarios. Su extremidad queda sujeta por el alicate mecánico *k*, de modo que sobresalga un poco en la parte anterior, y entonces el estemple *n*, ó cabeza cilíndrica del martillo horizontal *h*, cuyo movimiento de vaivén lo produce una excéntrica y los muelles *f f*, forma de un golpe la cabeza del clavo. Seguidamente se retira el martillo, aflojándose al mismo tiempo el alicate *k*, mediante la varilla *s*, mientras que el mecanismo *z*, á impulso de la vara *s'*, hace avanzar el alambre

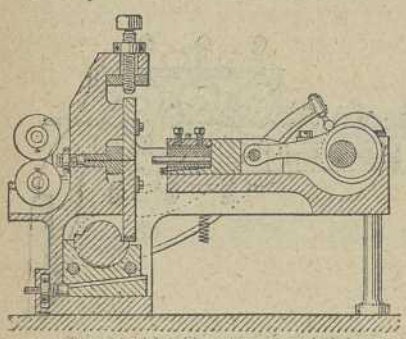


FIG. 378.
Máquina de Rogers para hacer puntas de París.

en la medida correspondiente al largo que ha de recibir el clavo. Sujeto nuevamente el alambre por *k*, funcionan á su vez las palancas curvas *a a;* las pequeñas matrices atornilladas en los extremos libres de éstas se juntan, ejerciendo sobre aquél la presión suficiente para formar una punta de forma piramidal, y al mismo tiempo se separa el clavo hecho, ó sea la punta de París, cayendo en una caja colocada debajo de la máquina. En seguida se separan las palancas; vuelve á funcionar el martillo formando otra cabeza, y así sucesivamente, pudiendo fabricarse de 7.000 á 9.500 puntas por hora, según el tamaño.

En la máquina del norteamericano *Rogers*, que reproduce en sección vertical la fig. 378, y que es de construcción más sencilla y eficaz que la anterior, la cabeza de los clavos se forma también por el golpe de un estemple movido horizontalmente por una excéntrica; pero la punta piramidal y la separación del clavo hecho se producen mediante una especie de tijera paralela que actúa verticalmente, á impulso de una pieza oscilante situada al pie de la máquina; detrás de ésta, como indica el grabado, hay un par de cilindros que determinan el avance del alambre á medida que se forman las puntas. Otra máquina del género, muy recomendable, es la inventada por *Werder*, con la que se producen en Nurenberg cantidades enormes de puntas. Mencionaremos, por último, la del austriaco *Quirin*, especialmente adaptada á la fabricación de las clases de puntas más pequeñas y finas, desde 2 á 30 milímetros de largo, de las que produce dos á cada golpe, y 500, por término medio, en cada minuto, ó sean 30.000 por hora.

Clavos fundidos.—Algunas clases bastas de clavos se producen por fundición ó moldeado de hierro colado, cobre y latón. El primero de estos materiales supone, naturalmente, un procedimiento de temple, después de formados los clavos, pues de otro modo resultarían éstos demasiado quebradizos. El moldeado se verifica de dos maneras: según la primera, el molde está dividido en dos mitades iguales y simétricas, en el sentido de la longitud; mientras que con arreglo á la segunda, una mitad se destina al eje ó cuerpo del clavo, y la otra á la cabeza. Semejantes moldes se disponen en gran número uno al lado de otro, de modo que con el contenido de un crisol se forman á la vez muchos clavos, que se sacan juntos como una rejilla erizada de puntas, separándose después.

Clavos de adorno.—Su fabricación constituye una rama considerable de la industria clavera, muy desarrollada en Francia. En los prospectos de los fabricantes de París se encuentran ilustradas nada menos de 150 clases distintas, de las formas más diversas y elegantes, con cabeza de latón simple, de latón ó cobre dorado á fuego ó plateado, y de acero bruñido, todas de ocho calidades diferentes. En los llamados clavos de tapicero hay clases cuyo precio varía desde 4 hasta 20 pesetas el millar; los clavos de guarnicionero se ofrecen

por 3 á 6 pesetas, mientras que los precios, por millar, de los diferentes clavos denominados de fantasía grabados, y para cofres, varían entre 12 y 60 pesetas. Hay fábrica en la capital citada que produce diariamente más de 200.000 de semejantes clavos.

Respecto de la forma, estos clavos se hallan constituídos, en lo esencial, por una cabeza semiesférica, relativamente grande, desde el centro de cuyo hueco se levanta una clavija corta y delgada. Hace unos veinticinco años se producían todavía exclusivamente por fundición en moldes; pero de este modo salían bastante imperfectos, irregulares, quebradizos y con bordes agudos que cortaban las telas de los muebles en que se empleaban; de manera que, desde la época citada, sólo se fabrican á máquina.

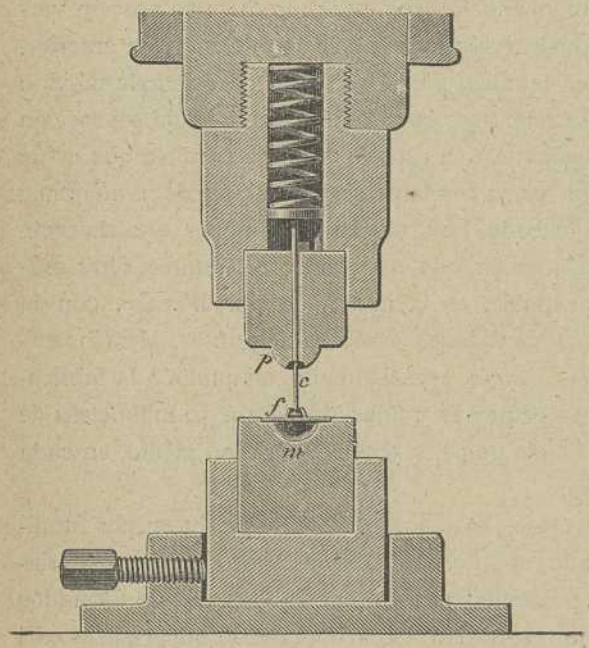


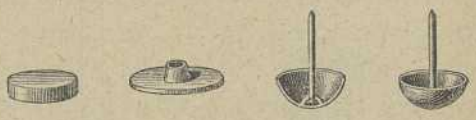
FIG. 379.
Volante de acuñar para la fabricación de clavos de adorno.

Un procedimiento muy en boga es el de *Cormay*, de que dan idea las figuras 379 á 383. Se empieza por cortar, mediante una maquinita sacabocados, gran número de pequeños discos de plancha de cobre (fig. 380), de un milímetro de espesor próximamente; luego se comprimen estos discos bajo un volante de acuñar, aumentando su diámetro, reduciendo su espesor hasta la cuarta parte de lo que era, y produciendo en su centro una pequeña caja cónica, como indica la fig. 381. En este estado, se coloca un disco, *f*, sobre la matriz, *m*, de otro volante de acuñar (fig. 379), y se introduce en su cajita la cabeza de una pequeña punta de París, *c;* la matriz tiene una depresión semiesférica, correspondiente al tamaño de la cabeza que se quiere formar, mientras que el cuño, *p*, contiene una eminencia semiesférica un poco más pequeña que dicha depresión, y se halla atravesado de alto á bajo por un agujero en el que hay una varilla apoyada superiormente contra un muelle espiral. Al funcionar el volante, baja el cuño *p;* la punta *c* se introduce en el agujero, apoyándose contra la varilla, que comprime á su vez el muelle; mientras que juntándose más el cuño y la matriz, queda el disco *f* transformado en una cabeza semiesférica (fig. 383), cerrándose al mismo tiempo el borde de su cajita en torno de la

cabeza de la punta, y sujetando ésta firmemente, como indica la fig. 382.

Se han inventado también máquinas en extremo ingeniosas, entre otras la de *Dubreuil*, que verifican automáticamente, una tras otra, todas las operaciones preliminares relacionadas con la fabricación de los clavos en cuestión; ó sean, el corte de los discos de cobre y su transformación para recibir la punta, que también se forma y sujeta de primer intento en la misma máquina. La forma definitiva de la cabeza y la sujeción completa de la punta tienen lugar después bajo un volante de acuñar. Para las cabezas adornadas de los clavos dichos de fantasía, se emplean matrices especiales.

Los clavos con cabeza de porcelana, empleados en la tapicería, se fabrican en Alemania en grande, de la manera siguiente: las cabezas, formadas en una prensa con la masa de kaolín correspondiente, reciben en medio de su cara inferior una pequeña depresión, y luego se vidrian y cuecen en el horno; en dicha depresión se introduce la cabeza de una punta de París y se rellena después con una materia en fusión (asfalto ó cosa análoga, ó bien una aleación), cuya solidificación afianza las dos partes entre sí con la firmeza necesaria. Los clavos de hierro con cabeza de latón (comúnmente llamados de cabeza dorada), así como los ganchos de latón con punta de hierro ó con tornillo, usados para colgar cuadros, ropa, etc., se producen colocando la parte de hierro, previamente forjada, en un molde de arena, y vertiendo alrededor de una extremidad el latón fundido. Después se tornea la cabeza, y el gancho se lima y pulimenta. También se fabrican muchos clavos de cabeza dorada, revistiendo con chapa delgada de latón la cabeza de hierro del clavo ordinario. Por medio de una maquinita sacabocados se cortan discos de dicha chapa, del diámetro necesario para que su borde pueda doblarse sobre el de la cabeza, y se les imprime la forma convexa definitiva, sujetándolos firmemente al mismo tiempo, bajo un volante de acuñar, con cuñas á propósito.



FIGURAS 380 á 383.
Clavo de adorno en las diversas fases de su fabricación.

TORNILLOS

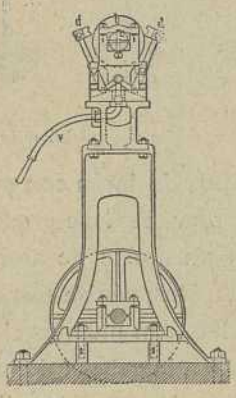
Como saben nuestros lectores, los tornillos son pernos provistos de roscas, ó sea de un filete saliente en caracol, que sirven para unir dos piezas de madera, metal, etc., á cuyo efecto no se les hace penetrar á fuerza de golpes, como los clavos, sino obligándoles á que giren sobre su eje. El tornillo varía por su forma y la construcción de su filete, según que se destine á penetrar en una masa relativamente blanda como la de la madera, ó á afirmarse en el metal, mucho más duro: en el primer caso, su filete es más ancho, afilado y abierto que e

el segundo, y su forma, en el sentido de la longitud, es ligeramente cónica, para que vaya agarrando más á medida que penetra; en el segundo caso, no basta, para que éntre el tornillo, practicar en el metal un simple agujero, sino que es preciso además un surco en el cual pueda ajustar exactamente el filete saliente del tornillo, siendo dicho agujero como el molde de éste, cuya forma es cilíndrica; en semejante género de tornillos, la inclinación de las roscas ó espiras es, por regla general, menos pronunciada que en los tornillos para madera. La fabricación de ambos géneros, que llamaremos tornillos para ma-

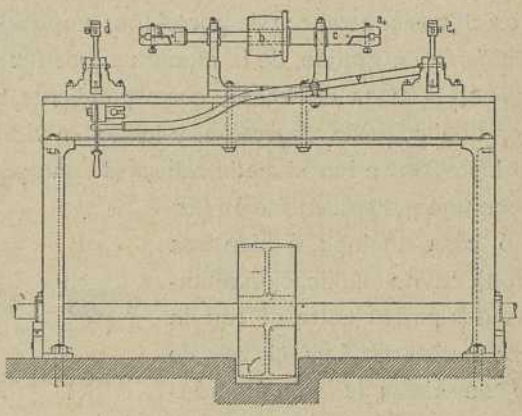


FIG. 384.

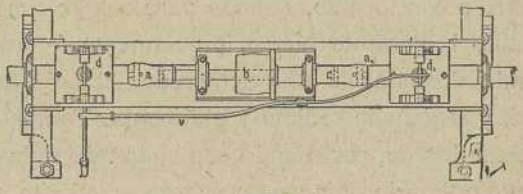
Tornillo para madera.



386



385



387

FIGURAS 385 á 387.—Máquinas de terrajar tornillos para madera.

dera y tornillos para metal, constituye dos ramas distintas de la industria; y para dar una idea de su desarrollo actual, basta decir que una sola fábrica de tornillos para madera, en Birmingham, la de Nettleford y Chamberlain, que es por cierto la más considerable que existe de su clase, produce semanalmente 150.000 gruesas, ó sean más de mil cien millones de tornillos al año.

Esta fabricación se verificaba otras veces con aparatos muy sencillos; pero en 1845 el francés *Japy*, que se dedicaba á ella, inventó una máquina para cortar las roscas, y después aparecieron las máquinas especiales del norteamericano *Sloane*, que se introdujeron en Inglaterra hace unos treinta años, y se adoptaron luego en otras partes de Europa, especialmente en Westfalia.

Los tornillos ordinarios para madera (fig. 384), hasta de seis milímetros de grueso, se fabrican con alambre, que se corta primero en pedacitos del largo

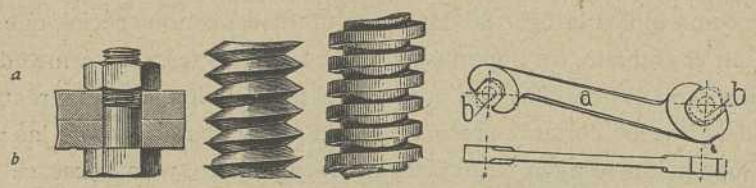
necesario. Sigue la formación, en un extremo de éstos, de la cabeza cónica, que se verifica en una matriz de un golpe, por medio de una prensa ó volante de acuñar, y luego se repasan las cabezas y puntas en un torno antes de proceder á cortar el filete, cuya operación tiene lugar en una máquina de cortar roscas ó de terrajar. Las figuras 385 y 387 representan una de estas máquinas, vista de lado, de frente y de plano, en la que pueden terrajarse dos tornillos á un tiempo. En la parte media del banco de hierro se levantan dos soportes, susceptibles de deslizarse á derecha é izquierda sobre él; sostienen un ligero árbol *c*, con una polea *b*, que se hace girar por medio de una correa y otra polea mayor, y fija al árbol motor situado al pie del banco; en ambos extremos del árbol *c* se hallan unas tenazas, *a*, que sujetan por la cabeza los tornillos objeto de la operación, y enfrente de las cuales, en ambos extremos del banco, se alzan las terrajas, cuyos cojinetes *d* y *d* están fijos en las extremidades de pequeñas palancas, pudiendo aproximarse y apartarse á impulso de otras palancas, *v;* como indica la fig. 386. Mediante un mecanismo especial, que no se distingue en el grabado, los soportes avanzan hacia las terrajas, á medida que los cojinetes cerrados de éstas van cortando el filete de los tornillos, regulando la profundidad de los cortes la presión ejercida por el operario sobre las palancas *v;* la operación se halla terminada en un momento, y entonces se abren las terrajas y recobran los soportes su posición primitiva para recibir nuevos tornillos.

La pequeña ranura que ostentan en la parte superior de su cabeza los tornillos de que tratamos, y sirve de apoyo al destornillador (véase la fig. 384), se abre antes ó después de cortado el filete. Empléase al efecto un pequeño torno, cuyo mandril sostiene una sierra circular de unos siete centímetros de diámetro, y cuyo soporte contiene una serie de agujeros en los que se hallan situados otros tantos tornillos, de modo que sólo sobresalen sus cabezas; puesta la sierra en rotación rápida, el soporte va pasando debajo de ella, abriéndose las ranuras consabidas una tras otra. Con una sierra no se pueden cortar más de mil ranuras, en vista del desgaste que sufren sus dientes, y en una fábrica como la ya referida de Nettlefold y Chamberlain se necesitan nada menos que 20.000 sierras por semana; antes costaba cerca de una peseta cada una, pero hace ya años que se fabrican por menos de diez céntimos.

En vista de que el corte con la terraja produce soluciones de continuidad en las fibras del metal, que tienden á debilitar el filete, el fabricante inglés *Boyd* ha inventado un procedimiento mediante el cual, y tratándose de los tornillos para madera de mayores dimensiones, el filete se forma arrollando en caracol, en torno de un alma de alambre grueso, una varillita de hierro, que luego se pega á fuego á dicha alma. De este modo pueden producirse tornillos desde 1,4 centímetros de diámetro en adelante, con bastante rapidez y por un precio que no excede al de los tornillos cortados á máquina. También

se han inventado aparatos para formar por presión los tornillos para madera más gruesos; y se producen además, aunque de calidad inferior, moldeándolos con hierro colado.

Tornillos para metal.—Cualquiera que sea el uso á que se destinen, es decir, ya tengan por objeto sujetar dos piezas entre sí, prensar, ó bien transmitir un movimiento, estos tornillos, como dijimos más arriba, se afianzan por medio de una tuerca ó hembra; esto es, un hueco cilíndrico con un surco correspondiente al filete del tornillo, al que éste se va adaptando á medida que gira, entrando como en su propio molde. Tratándose de tornillos de sujeción, dicha tuerca puede formarse en la masa misma de una de las piezas que se desea unir, mientras que la otra tiene un simple agujero, que da paso libre al tornillo y queda tapado por la cabeza de éste; ó bien la tuerca puede ser una pieza suelta de forma exterior, cuadrada ó hexagonal, como la



Fi . 388. Fig. 389. Fig. 390. Fig. 391.

Llave para apretar ó aflojar tornillos.

cabeza del tornillo (fig. 388, *b*), en la que se enrosca el tornillo *a* después de atravesar las dos piezas que debe sujetar, y que tienen al efecto los agujeros correspondientes. En el primer caso, se aprieta el tornillo por medio de una llave especial (fig. 391), cuya boca, *b*, abraza la cabeza cuadrada ó hexagonal, mientras que en el segundo la llave se aplica á la tuerca, dándole las vueltas necesarias. Tratándose de tornillos de prensa y de transmisión, la tuerca forma parte del aparato ó máquina, pudiendo ser fija ó movible, según que el tornillo sea movible ó fijo. Las dimensiones de los tornillos para metal varían muchísimo, desde las usuales en relojería, por ejemplo, hasta las que ostentan ciertas prensas poderosas; en cuanto al filete, es, por regla general, de sección triangular (fig. 389) en los tornillos de sujeción, y de sección cuadrada (figura 390) ó trapezoidal en los de prensa y de transmisión, componiéndose de roscas más juntas ó apretadas que la de los tornillos para madera, siendo también su inclinación menos pronunciada que en éstos, en la mayoría de los casos. Por último, los tornillos para metal son cilíndricos en toda su longitud, es decir, que no tienen la ligera conicidad de los destinados á la madera.

Aunque en los países más adelantados existen actualmente grandes fábricas en las que se hacen á máquina tornillos para metal de todas las clases imaginables, siguen construyéndose muchísimos tornillos del género, hasta de

tres centímetros de grueso, por medio de herramientas especiales de mano; pues en multitud de talleres es indispensable poder hacer un tornillo en un momento dado, mientras que para la colocación de pequeñas tuberías de hierro destinadas á la conducción de gas ó de agua en los edificios, se hace preciso abrir roscas hasta en medio de la vía pública. Para los tornillos más pequeños que se necesitan en diferentes industrias, se emplean alambres de acero, hierro, latón, etc., de diversos gruesos, formando su cabeza por presión, como la de los tornillos para madera, y practicándoles una ranura. Los de mayores dimensiones empleados en la construcción de máquinas, etc., se forjan á mano ó mecánicamente, con hierro redondo del grueso correspondiente, formando en un extremo la cabeza cuadrada ó hexagonal, que tiene, por lo común una altura igual al grueso del alma, y un diámetro doble. En las fábricas, semejantes tornillos se acaban siempre en el torno ó en la máquina de fresar, antes de proceder á cortar su filete. Las tuercas se preparan para recibir las roscas, abriendo con el taladro ó el torno, en la pieza correspondiente, un agujero ó un hueco cilíndrico del diámetro necesario.

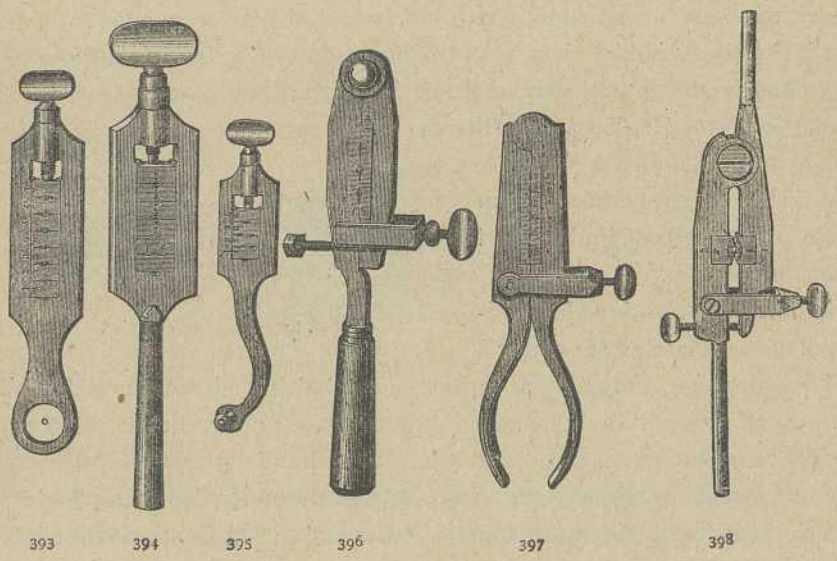


FIG. 392 —Plancha de terrajar.

La parte esencial de todo tornillo es el filete, que se puede cortar á mano ó á máquina, sirviendo en el primer caso la herramienta especial llamada *terraja*, y en el segundo, la máquina de terrajar, ó un torno construído expresamente para el objeto. Con la terraja y máquina de terrajar sólo se cortan filetes de sección triangular (fig. 389), que son también los más usuales; los de sección cuadrada (fig. 390), trapezoidal, etc., que son propios más especialmente de los tornillos de grandes dimensiones, se labran siempre en el torno, abriendo el surco correspondiente en una barra cilíndrica maciza, pues hace tiempo que ha caído en desuso el procedimiento primitivo de formar semejantes filetes soldando en la superficie de una barra redonda una varilla previamente enroscada en torno de ella.

Para cortar á mano las roscas de tornillos de alambre cuyo grueso no excede de cuatro á cinco milímetros, se emplea comúnmente una terraja muy sencilla (fig. 392), consistente en una planchita de acero con mango, con varios agujeritos á manera de tuerca; es decir, con un filete en su interior, compuesto de cuatro ó cinco roscas ó espiras bien templadas; dichos agujeros son de diámetro distinto, adaptándose á alambres de diferentes gruesos. Para producir el filete se sujeta el pedacito de alambre en un tornillo de banco, se apoya contra su extremidad el agujero correspondiente de la planchita, y dando vueltas á ésta, se oprime hasta que la pequeña tuerca muerda en el alambre y vaya como atornillándose sobre él, cortando el filete en la extensión necesaria; es necesario untar el alambre con un poco de aceite para evitar que se caliente

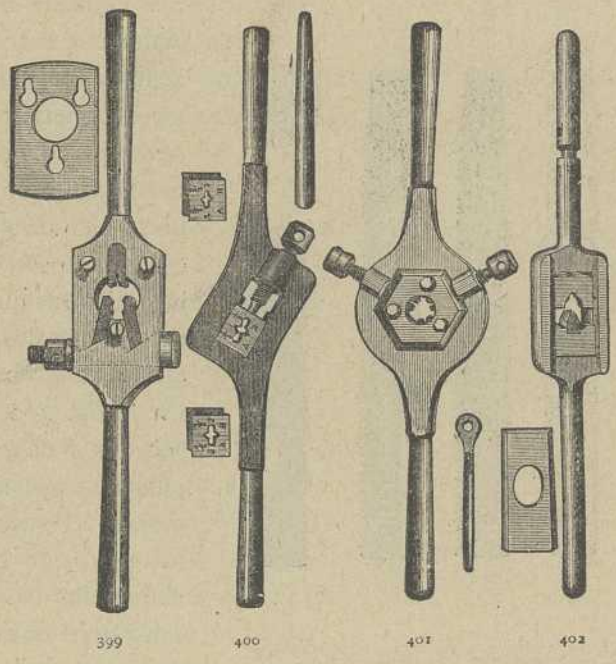
demasiado, con perjuicio del temple de la terraja. Con semejante herramienta sólo se pueden cortar filetes muy finos ó poco salientes, en un metal relativamente blando; pues como fácilmente se comprende, el corte se produce en el primer paso de la terraja, y no se profundiza más, por mucho que se repita la operación. Si se trata de un metal relativamente duro, ó si se quiere producir un filete más basto ó saliente, cortando, como es consiguiente, un surco más profundo, es preciso emplear una terraja ajustable, es decir, cuya tuerca sea susceptible de apretarse más en torno del alambre, á medida que va profundizándose el surco.



FIGURAS 393 á 398.—Terrajas de mano para tornillos de 4 á 7 milímetros.

Para tornillos de grueso menor de seis ó siete milímetros se usan terrajas de este género, para una sola mano, de diferentes formas, como las figuras 393 á 398. En estos instrumentos, las tuercas cortantes no son de diámetro fijo, como en la planchita descrita más arriba, sino que cada una está formada por dos pequeñas entalladuras arqueadas y provistas de porciones de filete, practicadas en los bordes de dos piececitas rectangulares de acero, que pueden juntarse ó separarse dentro de ciertos límites. En la fig. 393 se ven seis de dichas tuercas, formadas por la reunión de siete de las referidas piezas de acero, ó *cojinetes de terraja*, como se llaman, las cuales encajan entre dos ranuras reservadas al efecto en el cuerpo de la herramienta, y pueden apretarse una contra otra por medio del tornillo de ajuste que se ve en la parte superior del grabado. Para cortar un filete en un alambre de cierto grueso, se afloja dicho tornillo y se separan los dos cojinetes correspondientes, por ejemplo el *3* y el *4*, lo bastante para que el alambre pase muy ajustado entre ellos;

introducida la extremidad, se aprieta un poco el tornillo de modo que los cojinetes hagan presa en el alambre, previamente sujeto en un tornillo de banco, y entonces se unta con aceite y se da vueltas á la terraja de derecha á izquierda, de modo que vaya como atornillándose sobre el alambre, cortando el surco; esta operación se repite una ó más veces apretando el tornillo de ajuste cada vez un poco más, hasta que el surco tenga la profundidad necesaria, ó sea hasta que el filete triangular esté perfectamente formado. En las figuras 394 y 395 los cojinetes están dispuestos de la misma manera que en la 393; en las

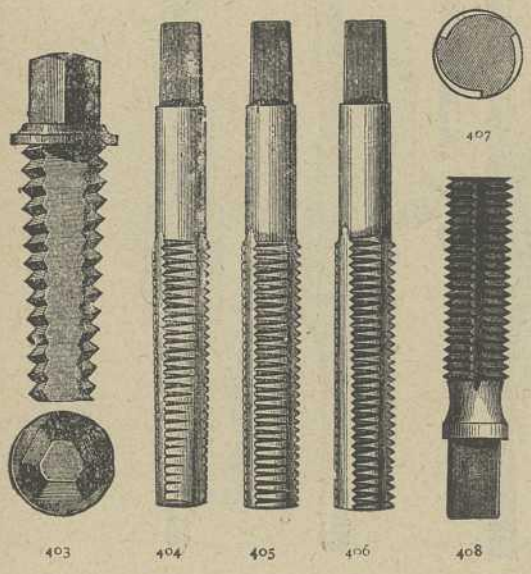


FIGURAS 399 á 402.—Terrajas de mano para tornillos de 7 á 40 milímetros.

figuras 396 á 398, en cambio, están constituídos por dos piezas solamente que se juntan en el sentido de su longitud, abriéndose ó cerrándose el cuerpo del instrumento como un cascanueces, y hallándose el tornillo de ajuste en un lado; semejantes terrajas se llaman de charnela.

Tratándose de tornillos de seis ó siete milímetros hasta tres ó cuatro centímetros de grueso, se emplean para formar el filete terrajas de mayores dimensiones, que se manejan con ambas manos. Existe también gran variedad de estos instrumentos; pero las figuras 399 á 402 reproducen las construcciones más usuales, que se diferencian principalmente en la manera de colocar y apretar los cojinetes. En la fig. 400 se hallan éstos dispuestos como en las pequeñas terrajas ya descritas, si bien oblicuamente respecto de las dos manezuelas, á fin de facilitar la colocación del tornillo de ajuste; á la derecha de la figu-

ra principal se ve la clavija que sirve para apretar este tornillo; á la izquierda están representados dos pares de cojinetes sueltos, pues las terrajas del género que nos ocupa sólo admiten un par ó juego de cojinetes, que hay que cambiar si se quiere terrajar tornillos de distinto diámetro. El cambio se verifica en la terraja de la fig. 400, aflojando el tornillo de ajuste hasta que los cojinetes puedan retirarse fuera de las ranuras; por el contrario, en las terrajas de las figuras 399, 401 y 402 los cojinetes se introducen de frente en sus correspondientes cajas, sujetándose después por medio de una tapa, que aparece quitada y figura aparte en dos de dichos grabados; en los 399 y 401 el juego se compone de tres cojinetes dispuestos radialmente, uno de los cuales se halla fijo, mientras que los otros dos pueden aproximarse ó separarse de él; para este objeto sirve, en la fig. 399, un tornillo de ajuste especial, combinado con una cuña doble, mientras que en la figura 401 hay dos tornillos de ajuste de la forma ordinaria. En la fig. 402 los cojinetes son dos, y de forma especial, pudiendo aproximarse ó separarse el superior mediante un tornillo situado en la manezuela correspondiente, constituyendo su cabeza parte de ésta.



FIGURAS 403 á 408.—Machos de rosca para terrajar tuercas.

Las tuercas se forman á mano por medio de los llamados machos de rosca, que pueden considerarse como tornillos de acero, cuyas roscas han sido cortadas ó interceptadas por tres ó más ranuras longitudinales, de modo á convertirlas en otras tantas series de dientes cortantes. La fig. 403 representa un macho de rosca de forma antigua, mientras que las figuras 404 á 408 reproducen las formas hoy en uso; la disposición de las ranuras referidas se comprende mejor en vista de la sección (fig. 407), y está calculada para facilitar el desprendimiento del metal cortado, en forma de limaduras ó pequeñas virutas. Sujeta firmemente la pieza correspondiente en un tornillo de banco, se corta una tuerca, introduciendo en el agujero ó hueco cilíndrico, abierto de antemano, un macho preparatorio (fig. 404), de forma ligeramente cónica y dientes poco salientes, que se hace penetrar ejerciendo sobre él cierta presión y dándole vueltas por medio de una manezuela ó palanca doble. La fig. 409

representa tres de estas manezuelas, de construcción diversa; tienen aberturas cuadradas que encajan sobre la cabeza de los machos, y su longitud suele variar entre 50 y 100 centímetros, según el grueso del macho y la fuerza que es preciso ejercer. Después de pasar el macho referido, se cambia por otro (fig. 405), cuya conicidad es menor y cuyos dientes muerden más profundamente; y, por último, se hace pasar un tercero (fig. 406) perfectamente derecho, que deja el surco y el filete de la tuerca limpio y acabado. En esta operación, lo mismo que con la terraja, es preciso emplear aceite para que no se calienten demasiado las herramientas, cuya eficacia depende, en parte, de su buen temple. El macho llamado "original„, que reproduce la fig. 408, es un instrumento destinado á formar el filete delos cojinetes de terrajas.

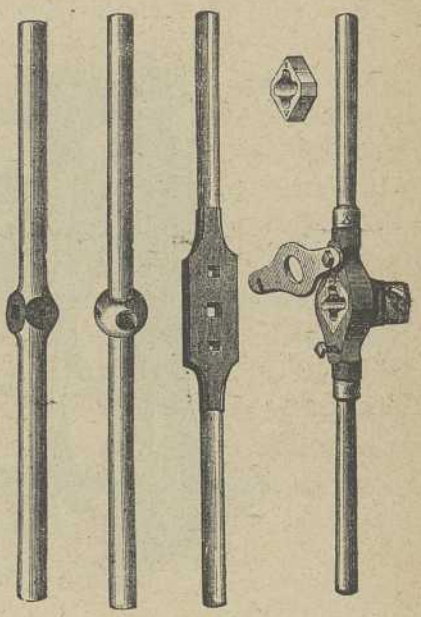


FIG. 409. Palancas para terrajar tuercas.

FIG 410. Terraja para tubos.

Hace más de treinta años, y en vista de la confusión á que daba margen el uso de diferentes sistemas de roscas, el célebre mecánico inglés *Whitworth* introdujo uno uniforme para los tornillos de sujeción, que fué adoptado generalmente en Inglaterra, los Estados Unidos y Alemania. Con arreglo á este sistema, la sección del paso de rosca forma siempre un triángulo isósceles, con ángulo agudo igual á 55 grados, y las dimensiones están relacionadas con la pulgada inglesa. La introducción de la medida métrico-decimal, y la circunstancia de que Francia no había adoptado el sistema de Whitworth, dieron lugar al deseo, por no decir la necesidad, de inventar uno nuevo en armonía con dicha medida; mas á pesar de la energía desplegada por hombres tan competentes como el profesor Reuleaux, de Berlín, todavía no se ha llegado á un acuerdo sobre tan interesante particular.

Un sistema especial de roscas es el que se halla generalmente en uso para cortar los filetes en los tubos de hierro dulce empleados para la conducción del gas del alumbrado y del agua en los edificios, y que se llama, por lo mismo, *sistema de gas*. Dichos tubos son de poco espesor, y por consiguiente no admiten filetes muy salientes, ó, lo que es lo mismo, surcos profundos; la particularidad de dicho sistema consiste, pues, en sus roscas finas y apretadas. Como éstas pueden cortarse con un solo paso de la terraja, al menos en tubos cuyo diámetro interno no excede de dos centímetros, las terrajas correspondientes

(fig. 410) no necesitan cojinetes ajustables, sino que los reciben de una pieza, y tienen un tubo de guía, que se ve claramente en nuestro grabado, y en el que enchufa el tubo que se trata de terrajar.

La fabricación á máquina de los tornillos de sujeción y tuercas correspondientes, que constituye hoy una rama industrial muy importante en países como Inglaterra, Francia, Alemania y los Estados Unidos, se verifica por medio de máquinas de terrajar, de construcción diversa. Al tratar, en la primera parte de este tomo, de las herramientas mecánicas, tuvimos ocasión de ilustrar y describir dos de dichas máquinas de terrajar (véase pág. 54 y figu-

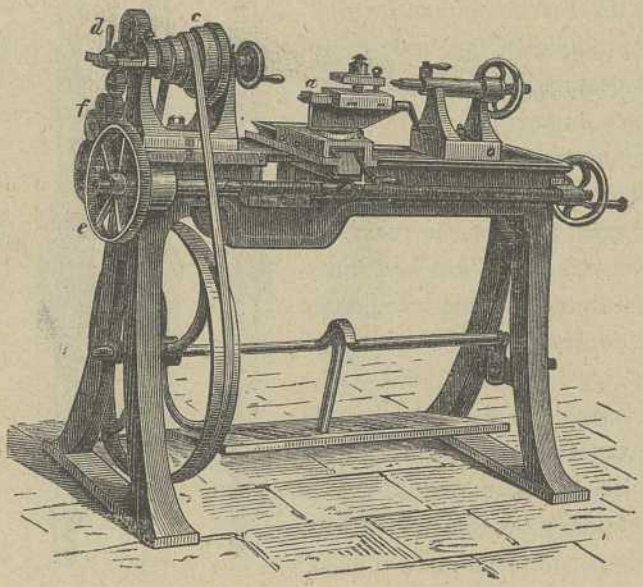


Fig. 411.—Torno para formar tornillos largos.

ras 33 y 34), de modo que es innecesario entrar aquí en más pormenores respecto de ellas. Antes de su invención, se empleaban al efecto los llamados tornos de copiar, y más especialmente tornos paralelos, provistos de un tornillo de guía para la traslación del carro portaherramientas y de las correspondientes ruedas de cambio. El torno de copiar ha caído ya en desuso en la industria de que tratamos, y desde la introducción de las terrajas mecánicas, el torno último referido se emplea solamente para producir tornillos de sujeción de grandes dimensiones, así como tornillos de prensa y de transmisión cuyos filetes se desarrollan en una longitud considerable y son de sección cuadrada ó trapezoidal.

La fig. 411 representa un torno de este género, con el mecanismo necesario para ser movido con los pies; pero nuestros lectores no tienen más que figurarse dicho mecanismo suprimido y la correa de transmisión puesta en

comunicación con el árbol de una máquina de vapor, para tener idea de la disposición más común de semejantes tornos, cuyas dimensiones varían también mucho según la clase de tornillo á que se destinan, sobre todo en el sentido de la longitud. El cortar un filete de tornillo con el torno, supone la rotación más ó menos lenta, pero uniforme, de la barra cilíndrica que recibe el corte, y al mismo tiempo la traslación gradual, á lo largo de dicha barra, de la herramienta cortante. Al efecto, la barra se sujeta por sus extremos entre la punta del soporte y el mandril, y gira lentamente con éste á impulso de la correa de transmisión; al par que el cincel, sujeto convenientemente al carro portaherramientas *a* (fig. 411), de modo que su punta ó filo muerda en la barra, participa del movimiento gradual de traslación de dicho carro, determinado por la rotación del tornillo de guía *b*. Esta rotación la determina también la correa de transmisión que hace girar el mandril, mediante la polea de gradas, *c;* pero no se verifica de un modo directo. La utilidad del torno mencionado consiste en poder cortar roscas finas y bastas, de mayor ó menor inclinación, y por lo tanto es preciso que pueda variarse, según las circunstancias, la relación entre la velocidad del mandril y la del tornillo de guía; por consiguiente, en vez de hacer engranar directamente la rueda *d* del eje de mandril en la *e* del tornillo, el torno se halla construído de manera que entre dichas ruedas pueden intercalarse otras *(f)* de diferentes diámetros, llamadas ruedas de cambio. De este modo está en manos del tornero imprimir al tornillo de guía y por consiguiente al cincel, la velocidad correspondiente á la inclinación de las roscas que quiere cortar; y también, como sucede con todos los tornos modernos, puede hacer girar más ó menos lentamente el mandril, variando la posición de la correa de transmisión sobre la polea de gradas *c*.

AGUJAS DE COSER

Entre los muchos artículos cuya utilidad no guarda proporción con su valor intrínseco, las agujas de coser se llevan tal vez la palma; si bien, como tantas veces sucede, nunca se aprecian como merecen sino cuando se carece de ellas. En prueba de lo que decimos, ahí están, por ejemplo, los relatos de viajeros que pintan la felicidad y agradecimiento de una mujer esquimal cuando se le regala una sola aguja. El hombre primitivo se surtía, sin duda, de instrumento tan indispensable en el grandioso almacén de la Naturaleza, y hoy todavía los isleños del Pacífico, los esquimales y los negros africanos se valen respectivamente de púas vegetales, espinas de peces y leznas de hierro para perforar sus telas y pieles, pasando luego por los agujeros el hilo que sirve para unirlas. Sin embargo, los pueblos antiguos más civilizados se sirvieron indudablemente de agujas más ó menos parecidas á las nuestras; prescindiendo de

que nos lo dice claramente el Evangelio al hablar del paso de un camello por el ojo de una aguja, pues existen dudas fundadas acerca del valor de estos términos (1), podemos apoyarnos, en pro de nuestro aserto, en el hecho evidente que nos ofrece el lujo desplegado mucho antes, en sus vestiduras, por ciertos pueblos orientales, lujo que no se comprende sin la ayuda de agujas finas; pues en aquellos remotos tiempos, no sólo se cosían las telas, sino que se bordaban, ó "pintaban con la aguja„, como decían más tarde los romanos; lo cual supone instrumentos más perfectos que los meros productos naturales á que antes nos referimos.

Los pueblos europeos se valieron durante siglos de agujas hechas de hueso y perforadas en la cabeza, sustituyéndolas más adelante con otras de metal, cuya extremidad posterior se doblaba para formar el ojo. Cuando á principios del siglo XIV se inventó el estiramiento del alambre, facilitóse considerablemente la fabricación de agujas, que desde entonces empezó á tomar el carácter de una verdadera industria, la cual se desarrolló primero en Nurenberg, donde, por el año de 1370, se hallaba establecido un gremio de agujereros. Las agujas se formaban entonces con pedacitos de alambre que se afilaban en un extremo de la piedra de amolar, mientras que la cabeza se aplanaba con el martillo, y se hendía luego por medio, apartando un poquito las dos mitades, cuyas extremidades se juntaban y remachaban en frío, resultando un ojo prolongado; más tarde se sustituyó este procedimiento por el de la perforación. También gozaban antiguamente de gran aceptación las agujas españolas; y cuando se considera que todas las agujas que empleamos hoy proceden del extranjero, parece increíble que hasta mediados del siglo XVI, España y Alemania fuesen los grandes productores del género, surtiendo de él á Francia é Inglaterra. En 1545 vivía en Londres un negro, célebre por las agujas españolas tan finas que producía; no quiso nunca divulgar el secreto de su arte, que murió con él. Algún tiempo después un alemán enseñó á los ingleses á hacer agujas, y tan bien supieron éstos aprovechar la enseñanza, que en menos de un siglo se arraigó completamente la industria agujera en Inglaterra; desde 1650 adquirió allí un desarrollo extraordinario, mediante la invención de nuevos procedimientos y aparatos, y hasta una fecha bastante reciente los ingleses surtían de agujas á todo el mundo civilizado. En España, después de relegar al olvido un arte antes próspero, seguimos contentándonos con pagar tributo al extranjero para poder coser nuestros vestidos; pero Alemania, después de un largo período de inacción, ha salido resueltamente á la palestra, y sus agujas, fabricadas principalmente en Aquisgrán é Iserlohn, compiten hoy con las inglesas en calidad, superándolas por su baratura.

(1) Según el sabio hebraizante D. Antonio María García Blanco, la traducción general está mal hecha, debiéndose leer en el pasaje bíblico á que aquí se hace referencia, *cable*, en vez de *camello*. (*N. del T.*)

Fabricación de las agujas.—Esta rama de la industria moderna ofrece uno de los ejemplos más patentes de cómo se consigue la perfección y la baratura de un artículo mediante la división del trabajo. En el mero hecho de que cada operario se encarga sólo de una de las muchas operaciones que comprende la fabricación y se dedica exclusivamente al mismo trabajo, adquiere un grado sorprendente de destreza; y únicamente de este modo se explica el ínfimo precio de una aguja de coser, cuando se considera que, antes de darla por acabada, tiene que someterse á tantísimas y distintas manipulaciones.

El material empleado para la mayor parte de las agujas es el alambre de acero; para las clases inferiores y más gruesas suele tomarse alambre de hierro, que se convierte en acero durante la fabricación. La primera operación consiste en arrollar el alambre sobre un gran cilindro ó tambor, de unos dos metros de diámetro, obteniendo un rollo de 50 á 60 vueltas. Por medio de una poderosa tijera mecánica se corta primero este rollo en dos puntos opuestos, y juntando las mitades se sigue cortando pedazos de largo doble del que han de tener las agujas; como la tijera funciona á impulso de un motor mecánico, el operario sólo tiene que introducir el haz ó manojo de alambres, y cuidar de que los cortes se verifiquen en trechos iguales; al efecto, cuando se levanta la hoja móvil de la tijera, corre el manojo que tiene asido de la mano izquierda, mientras con la derecha apoya contra el lado opuesto de la hoja fija un pequeño molde de media caña, abierto en un extremo; los alambres entran en este molde, cuyo largo es el doble de la aguja que se trata de producir, y topando contra el fondo, resultan cortados con perfecta igualdad. La tijera da veintiún golpes por minuto; dos son necesarios para cortar un manojo de cien alambres, y el tercero no se cuenta porque en ese momento el operario vacía el molde; de modo que en un minuto quedan cortados unos 700 pedazos de alambre, ó sean unos 40.000 por hora, equivalentes á 80.000 agujas. En Aquisgrán y otros centros de fabricación alemanes se ha perfeccionado el método inglés, empleando, para cortar los alambres, máquinas especiales, que trabajan con precisión matemática y mucho más rápidamente que la tijera referida, pudiendo vigilar un solo operario tres de ellas.

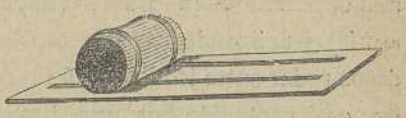


FIG. 412.
Modo de enderezar los alambres de las agujas.

Como los pedacitos de alambre están ligeramente encorvados, es preciso enderezarlos, lo que se verifica mediante un aparato especial, llamado enderezadera. Al efecto, se reunen de 5.000 á 6.000 en un manojito, sujetándolos por medio de dos anillos de hierro, y después de caldear un poco para ablandar el acero, se coloca el manojito sobre una plancha fija de acero (fig. 412), que tiene dos ranuras paralelas bastante profundas para que no encuentren apoyo los anillos referidos, y descansen los alambres directamente sobre aquél-

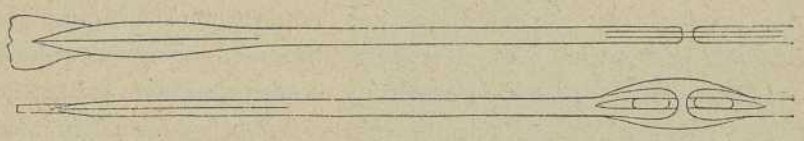
lla. Sobre el manojito se coloca entonces otra plancha de acero, muy pesada, que tiene también las correspondientes ranuras y se halla suspendida mediante una especie de péndola que sirve para guiarla; y asiendo dos operarios las manezuelas que tiene en ambos extremos, la imprimen un movimiento de vaivén, haciendo rodar y prensando el manojito. Pocas carreras son necesarias para que los alambres queden perfectamente enderezados; pues no sólo resultan prensados por todos lados, sino completamente revueltos entre sí, y al mismo tiempo se desprende la mayor parte del óxido producido por el caldeo.

Enderezados los alambres, se procede á formar, en sus dos extremos, las puntas de las agujas correspondientes, empleando para ello pequeñas piedras de amolar, de arenisca fina, que se hacen girar con velocidad extraordinaria, pues la experiencia ha demostrado que no se obtienen buenas puntas con menos de dos mil vueltas de dichas piedras por minuto. Sentado delante de una piedra, el amolador coge, entre el dedo índice y el pulgar, de una á dos docenas de alambres (el número depende del grueso de éstos y de la habilidad de aquél), y aplicando los extremos contra la piedra, les va dando vueltas, haciéndolos rodar entre los dedos, á fin de que se amuelen todos por igual; el dedo pulgar está protegido por una funda de cuero. Como conviene evitar de todas maneras la oxidación de los alambres, el amolado de las puntas se verifica en seco; y puesto que el polvo producido es altamente perjudicial para los órganos respiratorios de los trabajadores, es preciso adoptar las precauciones de que hablamos en otro capítulo de este tomo, al tratar de cuchillos y tijeras (véase la pág. 241), merced á las cuales se impide que el polvo se disemine por el taller. Pero el perjuicio en cuestión se evita mejor con el empleo de una máquina especial de amolar agujas, inventada hace algunos años por el fabricante *Schleicher*, de Aquisgrán; pues aparte de que con ella pueden adoptarse, respecto de la ventilación, iguales precauciones que con las piedras ordinarias, basta un solo operario para vigilar cuatro máquinas, y por lo mismo nunca se encuentra en contacto tan inmediato y constante con la fuente del polvo. En la maquinita de que hablamos, los alambres, dispuestos paralelamente sobre un plano inclinado, son cogidos sucesiva y automáticamente entre dos bandas de cautchuc, que se arrollan en torno de un disco giratorio; el eje de éste se halla dispuesto con cierta inclinación respecto del de la piedra de amolar, que naturalmente gira con gran velocidad, y cuya superficie periférica es cóncava; y merced á esta disposición, los alambres cogidos y arrastrados por el disco resultan apuntados en ambos extremos, durante una sola vuelta del mismo, separándose luego de él automáticamente. Un amolador de agujas experimentado puede apuntar en un día unos 15.000 alambres, ó sean 30.000 agujas; pero una máquina de Schleicher apunta, por ambos extremos, de 10.000 á 12.000 alambres por hora, y, como ya dijimos, un operario puede vigilar sin gran esfuerzo cuatro de estas maquinitas, reduciéndose su trabajo á colocar

los alambres sobre el plano inclinado y recogerlos después de amolados.

Las puntas triangulares ó prismáticas de ciertas agujas, como las empleadas en cirugía y las saqueras ó de embalar, se forman por medio de matrices bajo una prensa ó volante de acuñar, resultando el alambre como aplastado y apareciendo las correspondientes barbas en torno de la punta, como indica la figura 413 (á la izquierda); las cuales se rompen con la uña ó quitan por medio de una lima, igualándose entonces la punta sobre la piedra de amolar.

Volviendo á las agujas ordinarias, una vez concluídas las puntas, se procede á formar el ojo, operación que durante el transcurso del tiempo se ha modificado considerablemente, sobre todo desde que los fabricantes alemanes entraron en competencia con los ingleses. Con arreglo al procedimiento inglés, antes en boga, pero que se ha abandonado ya completamente, los alambres dobles se cortaban por medio con una tijera mecánica; las cabezas se aplanaban un poco, á cuyo efecto un operario tomaba por las puntas, entre los dedos índice



FIGURAS 413 y 414 —Formación del ojo y punta de las agujas saqueras.

y pulgar de una mano, una ó dos docenas de alambres sencillos, y apoyándolos sobre un yunque, aplanaba todas las cabezas mediante un solo golpe de martillo. Luego se caldeaban ligeramente los alambres, dejándolos enfriar lentamente para ablandar el metal; entonces, apoyando cada cabeza por sí sobre una punta fija de acero, se le daba un golpe que producía en el lado inferior la impresión consiguiente; después se acababa de perforar la cabecita sobre un yunque de plomo, empleando al efecto un punzón fino y un martillo ligero; y, por último, se acababa de formar el ojo mediante golpecitos de martillo y un yunque de acero. Semejantes operaciones, tratándose de agujas finas, eran muy delicadas, y solían confiarse, por lo mismo, á las pequeñas manos de niños de cierta edad; para que nuestros lectores tengan una idea de la destreza de estos jóvenes operarios, basta referir que muchos de ellos eran capaces de perforar, con un golpe acertado de su punzón, un cabello humano, y ensartar en el agujero una extremidad del mismo formando un lazo. Sin embargo, hace tiempo que los ingleses sustituyeron la perforación á mano por la mecánica, inventando un perforador especial (fig. 417), cuyo punzón obraba á impulso de una palanca; la aguja se introducía por una pequeña canal en la base del aparato, de modo que su cabecita se encontraba, hasta cierto punto, sujeta en la posición necesaria, y por consiguiente la operación se verificaba con mayor precisión y rapidez.

Con arreglo al procedimiento hoy en boga, los alambres dobles, después de apuntados en ambos extremos, no se cortan por medio en dos partes iguales, sino que se someten desde luego á la estampación y perforación correspondientes á los dos ojos, separando entonces las dos agujas resultantes; de este modo, y merced al empleo de máquinas perfeccionadas, se abrevian notablemente las operaciones, consiguiendo también una elaboración más igual y perfecta. Entra en juego, en primer lugar, una maquinita de estampar ó acuñar, entre cuyos cuños de acero se coloca la parte media de los alambres dobles, que recibe de un golpe las impresiones correspondientes á ambas agujas, como indica la fig. 415; se forman, en efecto, las ranuritas laterales que sirven para guiar el hilo al tiempo de ensartar, y que antes se producían en las agujas aisladas por medio de una lima ó un disco de esmeril; y al mismo tiempo resultan las dos depresiones circulares correspondientes á los ojos, que se formaban otras veces á mano, mediante un punzón fijo y un martillo. Además, las cabezas de ambas agujas reciben su forma redondeada y quedan separadas hasta cierto punto; pues bajo la presión de los cuños el metal sobrante resulta aplastado, formando en torno de dichas cabezas una rebaba ó laminita ovalada (véanse también las figuras 413 y 414), que basta para mantener unidas las dos agujas hasta acabar los ojos, y facilita luego su separación sin necesidad de recurrir á la tijera. También resulta estampado en las agujas, mediante la máquina en cuestión, el número ó marca de fábrica que deban ostentar.



FIG. 415.—Aguja doble después de la estampación.

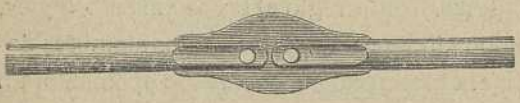


FIG. 416.—Aguja doble después de la perforación.

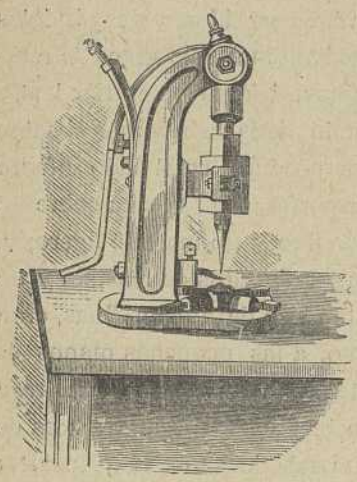


FIG. 417.
Perforador inglés de agujas de coser.

Cada una de dichas maquinitas se halla á cargo de un operario (mujer ó muchacha, por regla general), que cuida de la colocación de cada alambre y produce los golpes por medio de un pedal; pero en los últimos años los fabricantes alemanes han adoptado una máquina automática, invención de *Kayser*, que verifica el estampado con mayor rapidez y precisión, y con la cual el trabajo del hombre se reduce á una mera vigilancia, que corre á cargo de un solo muchacho para toda una serie de máquinas. Su construcción recuerda la de las máquinas de hacer pun-

tas de París, obrando un caño de forma especial á impulso de una excéntrica combinada con un resorte; los alambres dobles se introducen y colocan automáticamente uno tras otro, y después de la estampación caen en una caja dispuesta al efecto.

La perforación definitiva de los ojos se verifica entonces por medio de otra maquinita (fig. 418), que se diferencia principalmente de la inglesa, antes referida, en que contiene dos punzones para abrir simultáneamente los dos ojos en cuestión, y que el golpe se produce por medio de un pedal, de modo que las manos del operario están ocupadas únicamente en la colocación de los alambres. En las nuevas máquinas de perforar agujas, los punzones obran desde abajo. Después de perforados los alambres dobles, ó, mejor dicho, las dos agujas todavía unidas, ofrecen el aspecto que indican las figuras 414 y 416; y en este estado se ensartan sobre dos alambres finos y paralelos, facilitándose de semejante modo la operación siguiente, que consiste en quitar las rebabas de las cabezas por medio de una lima. Hecho esto, se rompe la parte de rebaba que une cada par de agujas, obteniendo así dos series de agujas simples ensartadas, cuyas cabecitas se acaban de igualar ó redondear mediante la lima, ó bien por medio de finas piedras de amolar que giran con velocidad; las agujas se sujetan al efecto por medio de tenazas especiales, de boca muy ancha, que coge á un tiempo varias docenas de ellas.



FIG. 418.—Perforador alemán de las agujas de coser.

Terminadas las operaciones por cuyo medio las agujas reciben su forma, se procede á su temple, colocándolas paralelamente en series sobre planchas de hierro; y caldeándolas hasta el rojo en un horno, después de lo cual se echan de repente en agua fría ó aceite. Como nuestros lectores comprenden, esto se refiere á las agujas hechas con alambre de acero, pues las de clase más ordinaria ó basta, hechas de hierro, como dijimos anteriormente, tienen que someterse primero á la llamada cementación, en virtud de la cual el hierro se asimila cierta proporción de carbono, transformándose en acero. Al efecto, se colo-

can estas agujas en crisoles ó cajas de arcilla refractaria (fig. 419), por capas que alternan con otras compuestas de una mezcla de tres cuartas partes de polvo de carbón vegetal y una cuarta parte de harina de huesos; las cajas se caldean fuertemente durante algún tiempo, y su contenido se echa entonces en agua fría, á los efectos del temple. Como todo instrumento de acero, cortante ó punzante, las agujas resultan demasiado duras y quebradizas, y para destemplarlas hasta el grado necesario, se extienden sobre planchas de hierro,



FIG. 419.—Cementación de las agujas de hierro

calentándolas hasta que toman un color violado, ó bien se calientan en un baño de grasa hasta que ésta se inflama, ó se hierven en aceite. Las agujas de calidad superior, á las que se quiere prestar un grado especial de elasticidad, se destemplan hirviéndolas en aceite de pescado. Algunos fabricantes emplean para destemplar las agujas un tambor de palastro de 60 á 80 centímetros de largo por 30 á 40 de diámetro, que se coloca sobre el fuego y hace girar como los aparatos de tostar café. Para el temple, ofrece el aceite, sobre el agua, la ventaja de que se tuercen muy pocas agujas; las que resultan poco torcidas se enderezan por medio de un martillo ligero sobre un pequeño yunque, mientras que las muy torcidas se tiran desde luego como inútiles.

Al cabo de tantas y tan diversas manipulaciones, la aguja es todavía un

instrumento rudo y sucio, que es preciso limpiar y pulimentar; esta operación es de las más lentas y fastidiosas, por más que se someten á ella á un tiempo millones de agujas. Se distribuyen éstas en series paralelas sobre un pedazo de lienzo basto, se echa sobre ellas una capa de arena dura ó de polvo de esmeril, y se humedece la masa con aceite; el lienzo se arrolla entonces de modo que forme como un cuerpo cilíndrico, de 40 á 50 centímetros de largo por 7 á 10 de diámetro; sus extremos se cierran atándolos fuertemente con bramante, y después se sujeta todo el rollo con éste ó con correas. Cada rollo contiene medio millón de agujas, próximamente, y entran en juego de 20 á 30 de ellos á un tiempo, ó sean de 10 á 15 millones de agujas. Los rollos se disponen paralelamente sobre una mesa muy firme, se cubren con un sólido tablero que lleva en su parte superior una caja llena de piedras para aumentar la presión, é imprimiendo al tablero un movimiento de vaivén por medio de un motor mecánico, se hace rodar los rollos sobre sí hacia adelante y atrás, de modo que den cada vez de tres á cuatro vueltas enteras. Después de funcionar este aparato de doce á dieciocho horas sin parar, se desatan los rollos, se separa de los lienzos la masa negra de agujas, arena, aceite y óxido, y se echa con serrín en un tambor que se hace girar algún tiempo; el serrín absorbe el aceite, el óxido y la arena, quedando las agujas relativamente limpias y lisas. Mediante un aventador parecido á los que se emplean en agricultura para limpiar los granos, se separan las materias extrañas de las agujas, las cuales se vuelven á distribuir sobre los lienzos con arena ó esmeril, para someterse nuevamente al mismo tratamiento. Es preciso repetir nada menos de siete veces, con arena ó esmeril cada vez más finos, y últimamente con óxido de estaño ó rojo inglés, formándose cada vez nuevos rollos, haciéndolos rodar en el aparato referido, desatándolos luego y revolviendo la masa con serrín en el tambor; después se vuelven á tratar las agujas otras tres veces de la misma manera, pero con salvado en lugar de las materias referidas, con lo cual se acaban de pulimentar; y en fin, se someten á un lavado con agua de jabón caliente en el tambor giratorio, secándolas en él por medio de serrín.

El procedimiento descrito de limpieza y pulimento dura, con la misma partida, por lo menos ocho días, y con él termina la fabricación de las clases ordinarias de agujas. Después de frotarlas, una por una, con un trapo de lienzo ó una gamuza, separando las que resultan rotas, se procede á ordenarlas á los efectos del empaquetado, pues conviene que se coloquen con las puntas en un mismo lado. Este trabajo corre á cargo de niños que, tomando del montón diez ó doce agujas cada vez, las disponen paralelamente sobre la mesa, apoyan sobre unas extremidades el dedo índice de la mano izquierda, de modo que se levanten un poco las extremidades opuestas, y oprimen éstas de frente con el índice de la derecha, protegido por una funda de paño grueso; al instante las agujas cuya punta se halla en esta dirección, penetran en el paño; el

niño las levanta, vuelve las otras sobre la mesa de modo que sus puntas miren también hacia él, las reune con las primeras, y repite la operación con una nueva partida. Al mismo tiempo otros niños se ocupan en coger las agujas ya ordenadas, y apartar las que resulten demasiado cortas ó cuyas puntas tienen algún defecto.

Después de estas operaciones generales, las agujas de calidad inferior se empaquetan desde luego; pero las de clase más fina se someten á otros varios tratamientos. En primer lugar, y como quiera que la operación de limpieza y pulimento tiende más bien á embotar un poco las puntas, se vuelven éstas á afilar por medio de una pequeña piedra de amolar, de forma cilíndrica, compuesta de un esquisto micáceo cuarzoso. La fig. 420 da idea de esta operación, mostrando cómo se apoyan las agujas, en número de 25 próximamente, contra la piedra, haciéndolas rodar al mismo tiempo de un lado para otro por medio de los dedos pulgares. Concluído este afilado, las agujas de la mejor clase se someten á un nuevo pulimento sobre discos revestidos de cuero y untados con aceite, rojo inglés ú otra materia análoga.

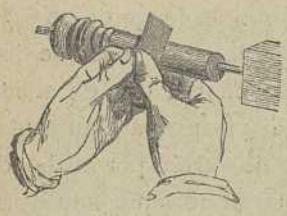


FIG. 420.
Afilado de las agujas finas.

Es condición esencial de una buena aguja la de que su ojo no desgaste ó corte el hilo al servirse de ella, y por esto los ojos de todas las agujas de clase superior tienen que igualarse y redondearse interiormente. Empléase al efecto un pequeño taladro mecánico (fig. 421), que gira con gran velocidad, y el trabajo consiste en hacer pasar la punta, sumamente fina, del instrumento de acero por los ojos de las agujas, que se colocan paralelamente, en número de 25, sobre una pequeña plancha de cobre, sosteniendo ésta delante del taladro como indica nuestro grabado, ó bien de la manera que revela la fig. 422. Las agujas se sujetan sencillamente por medio del dedo pulgar; pero tal es la destreza de los operarios, que una aguja se sucede á otra con vertiginosa rapidez. Para repasar los ojos prolongados de ciertas agujas, claro está que no puede utilizarse el taladro, y los ingleses han inventado al objeto un medio muy ingenioso, que también es aplicable á los ojos redondos. Las agujas se ensartan sobre alambres finos de acero muy duro, de sección angular, ó cuya superficie se ha hecho áspera por medio de una lima, y estos alambres se sujetan en tensión entre dos ruedas, fijas á cierta distancia una de otra sobre un mismo eje. Puesto el aparato en movimiento, no de rotación en un sentido, pues esto no conduciría á nada, sino de oscilación irregular, las agujas oscilan

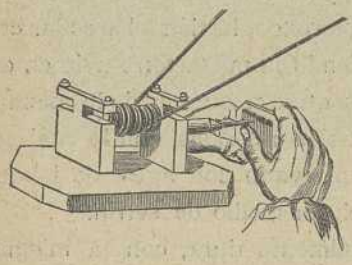


FIG. 421.
Taladro para igualar los ojos de las agujas.

también en todos sentidos, describiendo vueltas en torno de los alambres; de modo que, en virtud del roce contra los ángulos y asperezas de ellos, los ojos resultan perfectamente lisos.

Las cabecitas de las agujas de superior calidad ostentan á veces un color azulado, producido por un recalentamiento que tiene por objeto ablandar un poco el acero en torno del ojo, para que no resulte quebradizo en este punto. Esta operación se verifica también por medio de un pequeño mecanismo: mediante un plano inclinado, las agujas, dispuestas paralelamente, van colocándose automáticamente en una serie de ranuras practicadas en la periferia de un disco giratorio, y al mismo tiempo las sujeta una correa estrecha, que se aplica sobre dicha periferia, de modo que sus cabecitas sobresalen todas igualmente en un lado; al girar con lentitud el disco, dichas cabezas van pasando á través de una serie de pequeñas llamas de gas del alumbrado, calentándose hasta el grado deseado, y al llegar á la parte inferior del aparato salen del disco, cayendo en una caja dispuesta para recibirlas. El empaquetado de las agujas en papel para el comercio, comprende una nueva serie de operaciones al cargo de mujeres y niños. Cada paquetito contiene un número determinado de agujas; pero éstas no se cuentan, sino que se pesan ó miden. En algunas fábricas se emplean al efecto pequeñas balanzas, un platillo de las cuales se halla siempre cargado con el número correspondiente de agujas que hacen las veces de pesa, mientras que en otras se emplea una regla de metal que tiene cierto número de ranuras, sobre las que se corren las agujas hasta dejarlas llenas. No todas las agujas que, después de tantas manipulaciones, resultan rotas ó defectuosas, se desperdician; pues las que sólo tienen la cabeza rota ó el ojo inservible, se aprovechan como alfileres, recibiendo al efecto una cabeza de vidrio de color ó negro.



FIG. 422.—Repasado de los ojos de las agujas.

El centro principal de la fabricación de agujas de coser en Inglaterra, es la pequeña población de Redditch, á unos veinte kilómetros de Birmingham, cuyos 7 á 8.000 habitantes se ocupan casi exclusivamente de ella en las fábricas correspondientes, y cuyo nombre es tan conocido en el mundo como los de Sheffield y Manchester. En Alemania ha alcanzado dicha fabricación gran desarrollo en Aquisgrán (Prusia renana), Iserlohn (Westfalia), Nurenberg (Baviera) é Ichtershausen (Turingia). Aquisgrán es célebre por sus agujas finas, de superior calidad, siendo la fábrica principal la de Lammertz y Compañía, que produce unos 150 millones de agujas al año; otra fábrica muy importante es la de Wolff y Knippenberg, en Ichtershausen, que cuenta con una fuerza motriz de 60 caballos vapor, ocupa unos 500 operarios y produce anualmente 350 millones de agujas de todas clases. Inglaterra y Alemania producen hoy las nueve décimas partes de todas las agujas que se consumen en el mundo.

La fabricación de las *agujas de hacer medias* es análoga á la de las agujas de coser, salvo, naturalmente, las operaciones especiales relacionadas con la formación del ojo. El material es en todos casos alambre de hierro, que se convierte en acero por cementación, inmediatamente después de cortarlo en pedazos del largo de las agujas. Después de cementados los alambres se enderezan en caliente; luego se forman sus puntas redondeadas sobre la piedra de amolar; entonces se templan y vuelven á enderezar, y, por último, se limpian y pulimentan, por medio de arena, esmeril, etc., según el procedimiento especial ya descrito.

ALFILERES

La fabricación de los alfileres ordinarios es una industria de origen alemán, que, como la de las agujas de coser, se desarrolló primero en la antigua ciudad de Nurenberg, tomando gran incremento desde últimos del siglo XVII, después de la invención del encabezador. También en Inglaterra data la industria mencionada de bastante antiguo (1543), y desde el año 1824, cuando se adoptó allí la máquina inventada por el norteamericano *Wright*, ha progresado de un modo notable, superando la producción considerablemente á la de Alemania, donde los alfileres se siguen fabricando principalmente á mano.

El material empleado para los alfileres es casi siempre el alambre de latón, pues sólo los alfileres dichos de luto se hacen con alambre de hierro, dándoles al fuego un color azul oscuro ó barnizándolos de negro. El alambre de latón necesita frecuentemente una preparación para endurecerlo más; á cuyo efecto se toma un poco más grueso que los alfileres en que ha de convertirse, y se estira dos ó tres veces á mano á través de la hilera.

Prescindiendo de este trabajo preparatorio, la fabricación á mano de los

alfileres empieza con el enderezamiento del alambre arrollado. Empléase para ello un sencillo aparato, consistente en una pesada tabla de madera dura, en cuya cara superior se hallan fijas siete fuertes clavijas de hierro, cuya posición es punto muy esencial. A primera vista parece que están dispuestas en línea recta; mas un examen atento demuestra que la primera, tercera, quinta y séptima clavija se hallan alineadas un poquito á un lado de la línea central, mientras que las clavijas pares se encuentran á igual distancia en el lado opuesto; en realidad, pues, hay dos filas paralelas, pero tan próximas una de otra, que al pasar el alambre entre ellas va rozando contra todas las clavijas, recorriendo un camino ligeramente serpenteado y saliendo perfectamente derecho. Un operario mete el extremo del alambre entre las clavijas, y asiéndolo con unas tenazas, tira de él en línea recta, haciendo unos veinte pasos hacia atrás; entonces corta el alambre á raíz de las clavijas, y repite la operación hasta que todo el rollo se encuentra transformado en pedazos largos y derechos; los cuales, en número de ciento ó más, se reunen formando un haz ó manojo, que se corta luego por medio de una tijera mecánica y un molde, de la manera descrita al tratar de las agujas, de modo que resulten pedacitos de alambre de largo igual á dos alfileres; según el grueso del alambre, un operario puede cortar en una hora de 30.000 á 50.000 de dichos pedacitos.

La formación de las puntas en ambos extremos de éstos, y la división de cada alambre doble en dos pedazos iguales, son operaciones que se verifican de la misma manera que con las agujas; salvo que el amolado no tiene lugar con piedras, sino con discos giratorios de acero, de 12 á 15 centímetros de diámetro, cuya periferia está picada como una lima fina. Este trabajo es más perjudicial para la salud de los operarios que el correspondiente amolado de las agujas; pues por más precauciones que se adopten para impedirlo, el polvo de latón más fino acaba por penetrar en los pulmones y en todo el cuerpo, minando gradualmente la constitución más robusta; el efecto del cobre absorbido es tan intenso, que con el tiempo el cabello de los amoladores toma un color marcadamente verdoso.

La cabeza de los alfileres alemanes fabricados á mano está formada por un pedacito de alambre arrollado, y su preparación constituye una operación especial, que se verifica, ora por medio de un aparato parecido á un torno de hilar, que se mueve á mano, ora mediante una máquina automática construída para el objeto. Este se reduce á arrollar con la mayor igualdad posible, en torno de un alma de alambre del mismo grueso que los alfileres, otro alambre más delgado, blando y dúctil, en la forma indicada por la fig. 423. El trabajo procede tan rápidamente, que, aun con el torno de mano una persona puede producir por hora el material necesario para 36.000 cabezas de alfiler. El alambre arrollado, separado del alma, se corta luego, por medio de una tijera mecánica, en pedacitos de dos vueltas (véase la fig. 423, arriba), cada uno de los

cuales constituye una cabeza; suelen caldearse después estos pequeños rollos para que resulten más blandos.

Preparado cierto número de cabezas, se procede á fijarlas sobre los alfileres, empleando al efecto una maquinita llamada *encabezador*. En su base se encuentra un cuño fijo, en forma de un diminuto cubo de acero, de nueve milímetros en cuadro, cuya parte superior contiene una pequeña depresión semiesférica, en la que puede alojarse la cabeza del alfiler, y desde la cual se extiende hacia el lado anterior una ranurita destinada á recibir el asta del mismo. Otro cuño igual al primero, con la depresión correspondiente, se halla sujeto en la parte superior á una varilla que, guiada convenientemente por el armazón del aparato, puede deslizarse en sentido vertical, y sostiene en su parte media una esfera de plomo del peso de cuatro á seis kilogramos; dicha varilla se eleva por medio de una palanca en combinación con un pedal, cayendo en virtud de su propio peso, y sus golpes pueden sucederse con rapidez, puesto que su carrera no excede de dos centímetros. Sentado delante de este encabezador, y teniendo á mano una porción de alambres con punta y otra de las cabecitas referidas, el operario coge uno de los primeros, hunde la punta en el montón de las segundas, y sacando una cabeza, la hace correr hasta el extremo superior del alfiler; seguidamente levanta con el pie el cuño móvil del aparato, coloca la cabeza del alfiler en la depresión del cuño fijo, deja caer aquél y produce otros cuatro á seis golpes en rápida sucesión, volviendo cada vez el alfiler que tiene asido por su punta. De este modo, es decir, en virtud de la presión, la cabeza resulta firmemente sujeta al asta, pudiendo un operario experimentado encabezar en un día de 10.000 á 15.000 alfileres.



FIG. 423.—Preparación de las cabezas de los alfileres alemanes.

Terminados éstos, por cuanto á su forma se refiere, es necesario limpiarlos, á cuyo efecto se cuecen en una disolución de tártaro ó en ácido sulfúrico muy diluído, revolviéndolos después con el líquido en un tambor giratorio. Luego de lavados cuidadosamente con agua pura, los alfileres se dejan del color natural del latón, ó bien, como por lo general sucede, se les da un ligero baño de estaño. Con este objeto se colocan en una caldera de cobre, estañada por dentro, y se cuecen con cierta cantidad de tártaro disuelto y estaño granulado, por espacio de hora y media á dos horas, al cabo de cuyo tiempo los alfileres resultan revestidos con el metal blanco. Terminada la operación, se secan, revolviéndolos con serrín ó salvado; se separan luego de estas materias por medio de un aventador, y, por último, se pulimentan un poco, agitándolos con salvado en un tambor giratorio.

En algunas fábricas alemanas se forma la cabeza de los alfileres moldeando

estaño fundido en torno del alambre. Cien alambres cuyos extremos superiores se han hecho previamente un poco ásperos, se cogen á la vez en unas tenazas de forma particular, que constituyen al mismo tiempo el molde en el cual se vierte el estaño fundido. Después se quitan las rebabas de las cabezas por medio de una maquinita de amolar.

La fabricación mecánica de los alfileres que, como ya dijimos, tiene su asiento en Inglaterra, se practicó durante muchos años con máquinas por completo automáticas, muy ingeniosas, que convertían directamente en alfileres el alambre arrollado sobre bobinas; es decir, que lo enderezaban, cortaban, apuntaban y encabezaban sin intervención del hombre. Claro está que semejantes máquinas no forman la cabeza del alfiler como en la fabricación manual; lo producen sencillamente recalcando ó remachando el extremo correspondiente del asta del alfiler, de modo que la cabeza resulta de la misma masa y no constituye una pieza separada. La forma de estas cabezas es la de un cono chato, de base ligeramente redondeada ó convexa, y se parece á la de ciertas clases de clavos.

Las maquinitas en cuestión se han perfeccionado hasta el extremo de que pueden producir 300 alfileres por minuto, y un hombre, con la ayuda de una ó dos muchachas, puede vigilar fácilmente diez ó doce de ellas, consistiendo su trabajo principalmente en abastecerlas con nuevas bobinas de alambre. Cogida la extremidad libre de éste por la máquina, el rollo va desapareciendo como por ensalmo: el encabezado y el corte del pedacito correspondiente á un alfiler se verifica en un abrir y cerrar de ojos; los alambres con cabeza caen entonces en un canalito inclinado, cuyas dos paredes convergen hacia el fondo, quedando separadas por un espacio estrecho que deja pasar las astas, pero no las cabezas; suspendidos de este modo por su cabeza en el fondo del canalito, los alambres forman una fila continua, que va avanzando un trecho horizontalmente, y en éste sus extremidades inferiores entran en contacto con la periferia de limas circulares que giran velozmente, formándose de este modo las puntas. Los alfileres hechos caen entonces fuera de la máquina y no queda más que limpiarlos y bañarlos con estaño.

En los últimos años, sin embargo, la mayor parte de los fabricantes ingleses ha adoptado un nuevo sistema, que consiste en cortar y afilar los alambres con arreglo al procedimiento manual, es decir, mediante tijeras mecánicas y discos picados de acero, y en emplear una maquinita automática especial para encabezar. Esta operación se verifica, como antes, por remache del alambre, pudiendo encabezarse, con una sola máquina, de 7.000 á 9.000 alfileres por hora; mientras que el encabezador alemán descrito anteriormente y movido á mano, fija poco más de mil cabezas en igual tiempo.

Los alfileres se entregan al comercio á granel, como los clavos, vendiéndose entonces por peso; ó bien se fijan en series paralelas sobre tiras de papel y se

venden por paquetes. Para la mayor igualdad de las series de alfileres, el papel se dobla previamente en una forma determinada, y se perfora por medio de una regleta provista de puntas de acero, hecho lo cual los niños á cuyo cargo corre la operación, meten los alfileres en los agujeros. Este es el procedimiento más usual en Alemania; pero en Inglaterra se tienen máquinas especiales para formar los paquetes de alfileres, con las que se ahorra tiempo y mano de obra.



ELABORACIÓN DE CHAPAS METÁLICAS

Y FABRICACIÓN DE

PLUMAS DE ACERO

Preliminares y apuntes históricos.—*Hojalatería:* Materiales, herramientas y trabajos generales.—Trabajos especiales del hojalatero: estampado, abolladura, conformación en el torno, etc.—Muaré metálico y otros medios de adorno.—*Plumas de acero:* Historia.—Fabricación.—Plumas de plata y oro.

Las chapas ú hojas metálicas son productos metalúrgicos importantes, que se transforman por diversos medios y diferentes industrias, en toda clase de artículos de utilidad y adorno. En la antigüedad no constituían la fabricación y elaboración de las chapas una industria comparable, siquiera remotamente, con la de nuestros días: el hierro no se trabajaba en tal forma, utilizándose principalmente para producir instrumentos cortantes y punzantes; y el oro y la plata, así como el cobre, también fácil de elaborar merced á su ductilidad, eran los metales reservados para los trabajos de abolladura. Más adelante empezó á desempeñar su papel la plancha de hierro batido, particularmente en la producción de las armaduras de fines de la Edad Media y del Renacimiento; pero estos trabajos, á veces sumamente artísticos, difieren por completo de los de nuestra industria moderna. A pesar de esto, tendríamos que considerarlos en este lugar, si no lo hubiéramos hecho ya al tratar de las

armas blancas; y hablaríamos también del arte del platero y orífice, si no fuera por la circunstancia de dedicarle un capítulo aparte en este mismo tomo. Réstanos, pues, ocuparnos de la elaboración de las chapas metálicas, tal como la practican los caldereros y hojalateros, cuyos materiales principales son hojas ó planchas delgadas de hierro, acero, cinc, cobre, latón y metal blanco.

En tiempos bastante remotos se hacían ya platos, calderas, lámparas y otros objetos análogos de cobre batido, y se conocía lo dañino de este metal para la salud, estañando las vasijas que se destinaban á contener los alimentos; también se hacían vasos de estaño para comer y beber, si bien parece que no fueron tan comunes como los de cobre. Los caldereros alemanes gozaban ya en el siglo XIII de ciertos privilegios; y desde el XIV, los de Augsburgo y Nurenberg especialmente, produjeron muchos vasos de latón. Los ingleses se surtieron durante largo tiempo de artículos de cobre y latón procedentes de Holanda y Alemania, hasta que, á mediados del siglo pasado, el descubrimiento de ricos criaderos de cobre en Inglaterra vino á poner término á dicha importación, desarrollándose desde entonces la industria de Birmingham, que sigue siendo el gran emporio de semejantes artículos.

La fabricación de vasijas de hierro dulce era antes trabajo de los herreros, hasta que se aprendió á moldearlas con hierro colado. El estañado interior de los objetos de hierro forjado se verificaba sencillamente calentándolos y frotándolos con estopa mojada en estaño fundido. Más tarde se inventaron mejores procedimientos para el estañado, aplicándolos, no á los objetos hechos, sino á las planchas ó chapas de hierro; y desde entonces, ó sea á principios del siglo XVII, data la fabricación de la hoja de lata, que es de origen alemán, y que hemos descrito en el tomo IV de esta obra. Por medio de operarios alemanes aprendieron este arte primero los ingleses y después los franceses, sobresaliendo aquéllos en la fabricación, á tal punto que la hoja de lata inglesa gozó largo tiempo de celebridad, tanto por la hermosura de su estaño como por la igualdad de sus hojas. El adelanto más importante en la fabricación de este artículo data de la primera mitad del siglo pasado, cuando el laminador vino á sustituir al martillo, con el cual se formaban antes exclusivamente las chapas.

El principal elaborador de chapas de los metales comunes es el hojalatero, si bien no pocas de aquéllas pasan por otras manos, como las del cerrajero, del fabricante de botones, del estampador de metal, etc. Las conocidas cucharas de palastro estañado tampoco son producto de la hojalatería, sino de una pequeña industria especial. Mientras que, hace dos siglos, las personas principales se servían de cucharas de plata, la clase media de las de estaño y las clases inferiores de cucharas de madera, algunos cerrajeros y espoleros alemanes trataron de sustituir estas últimas con cucharas de hierro dulce, que forjaban á fuego y acababan con la lima. Pero en 1710, dos cerrajeros de

Beyerfeld (Sajonia) cayeron en la cuenta de cortar cucharas de palastro fuerte y formar su concavidad en frío, á martillo; y así se inició una industria que florece todavía, habiéndose arraigado después en otras comarcas.

Durante el siglo pasado, y todavía á principios del presente, la hojalatería, como la industria en general, se hallaba á un nivel bastante bajo, limitándose á producir simples artículos de uso doméstico, y por excepción á la de ciertos objetos relacionados con la construcción de casas; el palastro y la hoja de lata eran los únicos materiales elaborados con arreglo á las reglas del gremio, desempeñando el latón un papel secundario para el adorno de algunos artículos. Pero desde entonces, y en medio del desarrollo general de las artes, la hojalatería no se ha quedado á la zaga, ensanchándose su campo de acción, más especialmente, por la introducción de los artículos de chapa barnizada, del estampado en el torno, y, por último, merced á la adopción de nuevos materiales, en particular el cinc, que es de tanta utilidad para objetos que entran en contacto con el agua. Es verdad que, á medida que fué extendiéndose el horizonte de la mencionada industria, algunas ramas especiales de ella se han separado del tronco, constituyendo industrias grandes é independientes, merced á la invención de herramientas mecánicas, especialmente ideadas para producir en masa determinados objetos, como lámparas, artículos de palastro barnizado, cafeteras, etc.; pero con ello no ha hecho la hojalatería, como arte, más que ganar, pues semejante división del trabajo ha dado por resultado el mayor perfeccionamiento de los medios técnicos.

HOJALATERÍA

Materiales, herramientas y *trabajos generales.*—Los materiales ordinarios que emplea el hojalatero son la hoja de lata y la chapa de cinc; hace hoy poco uso de la de latón, porque los artículos de esta hoja son ya objeto de la producción en grande en fábricas especiales. En cambio, el palastro cincado desempeña en la hojalatería un papel de alguna consideración, ocupando un lugar secundario el palastro común, las chapas de cobre y níquel, y á veces también la de metal blanco. La hoja de lata, de la que se producen y consumen anualmente en Europa y América cerca de 250.000 toneladas métricas, se encuentra, por lo general, en el comercio, perfectamente lisa y brillante, pues los fabricantes la hacen pasar al efecto entre cilindros satinadores de acero; gracias á esta circunstancia, el hojalatero puede emplear dicho material sin más preparación, y lo propio sucede con la chapa de cinc. Sin embargo, la hoja de lata más brillante y de aspecto más hermoso, que procede de Inglaterra, no es siempre la de mejor calidad; pues por regla general, su capa de estaño es sumamente delgada, y por lo mismo se oxida fácilmente el palastro que le

sirve de base; la hoja de lata rusa es desde luego superior desde este punto de vista, por tener una capa relativamente gruesa de estaño, pero su brillo no es comparable con el del producto inglés. Cuando el hojalatero tiene que elaborar chapas de latón, metal blanco ó cobre, es preciso que proceda de modo análogo que el calderero; es decir, que después de cortar la chapa en piezas de la forma deseada, tiene que raspar ó alisar la superficie, para luego dar forma al objeto, á fuerza de golpecitos con un martillo de acero pulimentado; semejante trabajo supone mucha práctica y bastante tiempo, pues los golpes tienen que ser uniformes y distribuirse con mucha regularidad sobre la superficie de la chapa, si al cabo ésta ha de presentar buen aspecto.

Las herramientas y los medios técnicos de que se vale el hojalatero, son muy numerosos y variados. Al lado de instrumentos cortantes y punzantes, como tijeras, cinceles ó cortafríos, punzones, raspas, etc., de diversas formas, se encuentran en su taller una docena, por lo menos, de martillos de forma y tamaño diferentes, entre ellos algunos con cabeza de boj ú otra madera dura y fina. Las bocas de los martillos, esto es, las superficies de su cabeza que entran en contacto con las chapas, son, en unos casos, circulares y planas, y sólo redondeadas en sus bordes, en otros más ó menos convexas, hasta la forma semiesférica; algunos martillos tienen una boca prolongada y estrecha, de superficie más ó menos redondeada. Por regla general, cada martillo responde á dos objetos distintos, teniendo su cabeza dos bocas de forma diversa. Las bases sobre las que apoya el hojalatero sus chapas al tiempo de elaborarlas, son yunques de diferentes formas y tamaños, platinas gruesas y lisas, punzones fijos y tornillos de banco.

Pero además de las herramientas de mano referidas, que se encuentran en los talleres más modestos, la hojalatería moderna se vale de gran número de aparatos ó herramientas mecánicas que, merced á los progresos técnicos de nuestros días, han venido á sustituir, en parte ó por completo, el trabajo manual, de modo que los talleres del género mejor montados, ofrecen en la actualidad el aspecto de pequeñas fábricas. Con la ayuda de semejantes medios mecánicos, no sólo se consigue, con el mismo número de operarios, del quíntuplo al óctuplo del trabajo, sino que como su empleo supone menos habilidad manual, se dan casos en que una mujer ó un niño puede sustituir á un operario experimentado. Como es consiguiente, existen fábricas que se dedican especialmente á construir las herramientas mecánicas del hojalatero, siendo una de las más antiguas y acreditadas la de Kircheis, en Aue (Sajonia).

El primer trabajo del hojalatero consiste en cortar pedazos de chapa en la forma apropiada al objeto que trata de fabricar, trazando previamente en la superficie de la hoja los contornos de la pieza, por medio de una punta de acero, á cuyo efecto, y tratándose de objetos de uso común, se vale de una plantilla de palastro. El corte mismo de las chapas se practica de modo aná-

logo que el del cartón; mas como la hoja de lata es un material de más valor que éste, hay que poner más cuidado aún, para reducir á un mínimum los desperdicios, procurando aprovechar lo mejor posible las hojas al tiempo de trazar los contornos.

Para cortar, emplea principalmente el hojalatero tijeras de diferentes formas y construcciones. Las de mano son sin duda conocidas de nuestros lectores, y sirven para los cortes pequeños é irregulares. Para los cortes más ó menos largos y rectilíneos existen tijeras fijas de palanca, de construcción y tamaño diversos, de las que la fig. 424 ofrece un ejemplo. La hoja fija de la tijera se halla atornillada al borde de una plátina ó mesa de hierro, mientras que la hoja móvil forma parte de una palanca ligeramente encorvada, cuyo punto de apoyo se encuentra en un extremo de dicha platina; el brazo corto de la palanca tiene un contrapeso que basta para mantener abierta la tijera, y el brazo largo está provisto de un mango, mediante el cual se la hace funcionar con una mano. Una regla sujeta á un lado de la platina, perpendicularmente á la tijera, facilita los cortes en ángulo recto, mientras que otra regleta movible, pero que se puede sujetar á diferentes distancias de la tijera, sirve de guía cuando se trata de cortar varias tiras de chapa de un ancho determinado. Algunos de estos aparatos contienen, además, medios para sujetar la chapa durante la operación.

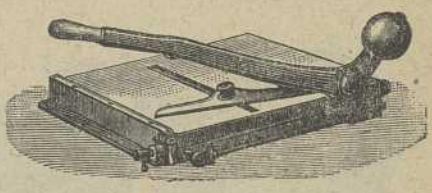


FIG. 424.—Tijera de palanca.

De los cortes que no se pueden efectuar con las tijeras, se encargan otras herramientas de mano ó mecánicas. Tales son, en primer término, el cincel ó cortafrío y el martillo, con los cuales corta el hojalatero las chapas, sentándolas sobre una gruesa plancha de plomo duro (aleación de plomo y antimonio) y siguiendo los contornos previamente trazados. De igual modo puede abrir agujeros si son bastante grandes y de forma sencilla, y tratándose de aberturas ó calados más pequeños y de forma complicada, se vale de cinceles de boca especial, y también, si dichas aberturas son redondas, de sacabocados de diferentes tamaños. Para este objeto, ó sea hacer agujeros pequeños, redondos ó de otra figura, empléanse con frecuencia en la hojalatería sacabocados mecánicos construídos á manera de un volante

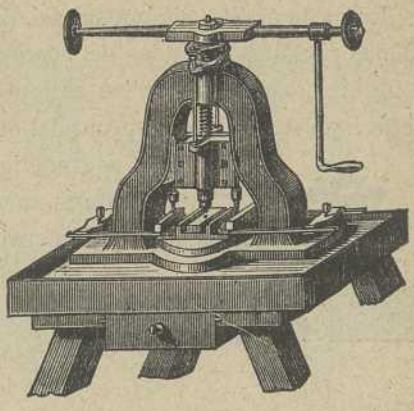


FIG. 425.—Sacabocados mecánico.

de acuñar (fig. 425), cuyo punzón ó cuño móvil superior corresponde exactamente á la abertura reservada en la matriz ó cuño inferior fijo, sobre el cual se coloca la chapa que se trata de agujerear. Estas máquinas funcionan con mucha mayor precisión y rapidez que los sacabocados de mano.

Tratándose de cortes perfectamente circulares, de diámetro relativamente grande, se empleaba antes la tijera de mano ó un compás de vara, provisto de una cuchilla; pero este instrumento ha cedido el puesto á la llamada tijera circular, que reproducimos en la fig. 426. Esta máquina constituye el auxiliar más indispensable y provechoso del hojalatero, pues hallándose bien ajustada, puede manejarla cualquier aprendiz, y con una precisión muy grande, produce de ocho á diez veces más trabajo que el maestro más hábil con la tijera de mano; se destina más especialmente á cortar círculos, formando discos y anillos de chapa de diverso diámetro; pero también se emplea con ventaja para cortar piezas de forma oval, ó elíptica, así como tiras anchas y rectilíneas.

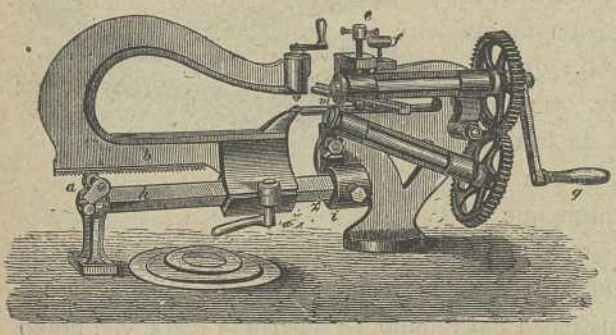


FIG. 426.—Tijera circular.

La parte activa, digámoslo así, de la tijera circular, la constituyen dos pequeñas cuchillas redondas de acero (fig. 426 *m*), que representamos aparte en la fig. 427; están fijas en los extremos anteriores de dos ejes, dispuestos con cierta inclinación uno respecto del otro, y determinan su rotación dos ruedas de engrane iguales, en los extremos posteriores de dichos ejes, mediante la manivela *g;* por medio del tornillo *e* las cuchillas pueden aproximarse más ó menos, según el grueso de la chapa que se quiere cortar. Tratándose de cortes circulares, la chapa se sujeta entre las dos puntas del brazo encorvado *b*, como indica la fig. 427, de las que la superior puede apretarse por medio de un tornillo, y que constituyen un centro en torno del cual puede girar la chapa, pasando entre las dos cuchillas; por consiguiente, la operación se reduce á que un operario haga girar la chapa con la mano izquierda, mientras da vueltas á la manivela *g* con la derecha. Con chapas delgadas, el corte se verifica de una vez; pero si son gruesas, es necesario practicarlo más gradualmente, aproximando un poco más las cuchillas después de cada vuelta de la chapa. Corriendo el brazo *b* sobre la barra prismática *h*, por medio de la manivela *a*, cuyo piñón engrana en una cremallera fija

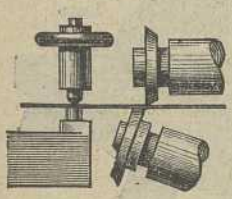


FIG. 427.
Cuchillas de la tijera circular.

al borde inferior de dicho brazo, sus puntas se pueden alejar más ó menos de las cuchillas, variando así el centro con arreglo al radio del círculo que se quiere cortar; para que el brazo *b* no pueda correr mientras se practica un corte, la caja que le sirve de base, abrazando la barra *h*, se aprieta por medio de un tornillo de mano. Para cortar tiras rectilíneas con la máquina en cuestión, se prescinde de las puntas referidas, haciendo pasar la chapa entre las cuchillas en sentido perpendicular á sus ejes, guiándola por medio de una regla que se ve en el grabado (fig. 426), y se sujeta á la distancia coveniente detrás de aquéllas. Tratándose de cortes ovales ó elípticos, se sustituye la pieza *b* con otra de construcción especial, llamada mecanismo de óvalo, que imprime á la chapa cierto movimiento excéntrico á medida que va pasando entre las cuchillas.

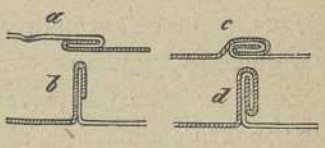
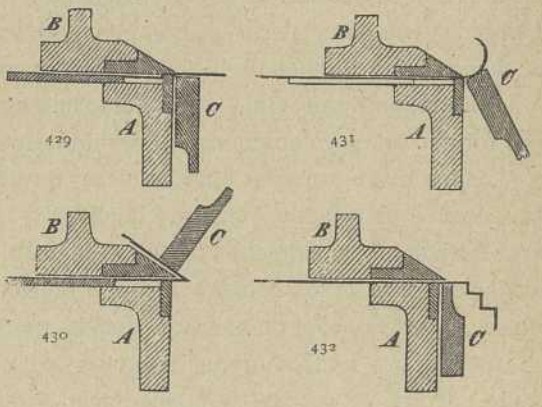


FIG. 428
Dobleces para unir las chapas.

Otro trabajo muy común del hojalatero es el que consiste en plegar ó doblar las chapas en cierta longitud, ora con el objeto de unirlas entre sí por sus bordes, ora para formar filetes, cornisas, etc. Al efecto, se emplean herramientas de mano, como el martillo y el yunque, tenazas de boca ancha, fileteadores, etc., ó bien máquinas de plegar, construídas expresamente para el objeto. Tratándose de la unión de dos hojas, en casos en que no se puede emplear la soldadura por no ofrecer la seguridad necesaria, se forman dobleces, ó, como dirían las costureras, dobladillos sencillos ó dobles, sentados ó levantados (fig. 428), plegando los bordes, con arreglo al procedimiento manual antiguo, por medio de tenazas anchas, y luego sentando é igualando la unión mediante golpes de un martillo de madera, valiéndose de un yunque ordinario ó de una barra prismática de hierro sujeta en un tornillo de banco. Según el procedimientos mecánico, que se practica ya en todos los talleres de importancia, dicho trabajo se efectúa con gran precisión, rapidez y economía por medio de las máquinas de plegar.



FIGURAS 429 á 432.
Acción de las máquinas de plegar chapas.

Estos aparatos se componen esencialmente de dos quijadas rectilíneas y más ó menos largas, de hierro fundido, que pueden abrirse y cerrarse rápidamente por medio de una palanca, destinándose á la debida sujeción de la cha-

pa, y de una sólida platina de igual longitud que las quijadas, dispuesta inmediatamente delante de éstas, de manera que, mediante otra palanca, pueda girar en torno de ellas dentro de ciertos límites, doblando el borde sobresaliente de la chapa. Las figuras 429 á 432 muestran, en sección, la disposición y acción de dichas máquinas de plegar, señalando la letra *A*, la quijada fija, que en realidad se halla sujeta á un sólido banco de hierro; *B* la quijada móvil, que se alza para introducir la chapa, y *C* la platina encargada de producir el pliegue, y que en las cuatro figuras aparece en diferentes posiciones. Para formar dobleces angulares sencillos, la chapa se sujeta entre *A* y *B*, dejando libre su borde en la medida necesaria, como indica la fig. 429; entonces se hace funcionar la platina, que, al girar, dobla dicho borde saliente hacia arriba, dependiendo tan sólo de la amplitud menor ó mayor de la carrera, el que el ángulo formado resulte obtuso, recto ó agudo; en este último caso, según se ve en la fig. 430, la platina *C* gira hasta colocarse por encima de la quijada *B*. Para plegar la chapa en redondo, se hace avanzar gradualmente entre las quijadas, alzando un poco y deprimiendo alternativamente la platina (fig. 431); mientras que, para producir una serie de plegaduras de poca anchura, entra en acción el borde opuesto de la platina, que es menos grueso (fig. 432). Dando al borde anterior ó boca de la quijada *B* un perfil redondo ó curvilíneo, se pueden producir con estos aparatos filetes y cornisas de los contornos más variados; sin embargo, en vista de la aplicación (cada vez más general) del cinc en la construcción de los edificios para formar cornisas, limas, guardapolvos de ventanas y aleros, se han inventado máquinas especiales, que doblan las chapas entre rodillos de la forma conveniente.

Otra máquina muy útil, que se emplea extensamente en la hojalatería, es la de formar tubos y canalones, que es una especie de laminador con tres cilindros, de los que el superior hace las veces de alma, mientras que los otros dos, situados en ambos lados, obligan á la chapa á amoldarse en torno del primero. Para formar tubos estrechos de hoja de lata ó palastro, ó cinc, ó bien para arrollar el borde de los canalones con el objeto de prestar á éstos mayor rigidez, se emplea también un aparato sencillo, consistente en una varilla de acero, con una ranura rectilínea, que descansa en una caja semicilíndrica de hierro colado, dentro de la cual se puede hacer girar por medio de una manivela; el borde que se trata de arrollar se introduce en la ranura de la varilla, y con una vuelta de ésta se obtiene el resultado apetecido, que, con arreglo al procedimiento manual antes en boga, es decir, con un martillo y una base de forma especial, costaba mucho trabajo y tiempo. Para producir chapas ondeadas se emplean laminadores especiales, con cilindros acanalados de hierro fundido.

En la fabricación de vasos y otros objetos huecos de chapa ú hoja de lata es necesario, con frecuencia, dar á esos objetos mayor rigidez, doblando ó arro-

llando sus bordes libres, y también reforzando éstos por medio de un alambre introducido debajo del pliegue. Semejante trabajo se hacía antes á martillo, y suponía no poca habilidad; pero hoy existen diferentes maquinitas para el objeto, que consisten todas, esencialmente, en un par de discos metálicos, ó cortos cilindros con bordes salientes y depresiones (fig. 433, *a*, *b*), entre los cuales, y á medida que giran, se hace pasar el borde del objeto, con ó sin alambre, según los casos.

Una de las máquinas más interesantes empleadas hoy en la industria de que tratamos, es la que sirve para formar recodos en los tubos de palastro, hoja de lata, etc., ó volverlos en redondo después de hechos, sin perjudicar su forma ó sección circular. Esto se consigue produciendo pequeños pliegues ó arrugas, á ciertos intervalos, en un lado del tubo, y el mecanismo ideado al efecto, consiste, en lo fundamental, en dos abrazaderas anulares que, mediante un movimiento comparable al de una tijera, y que se produce por medio de una palanca, pliegan y aplastan entre sí la chapa en los puntos señalados, con la mayor regularidad.

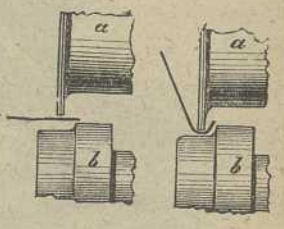


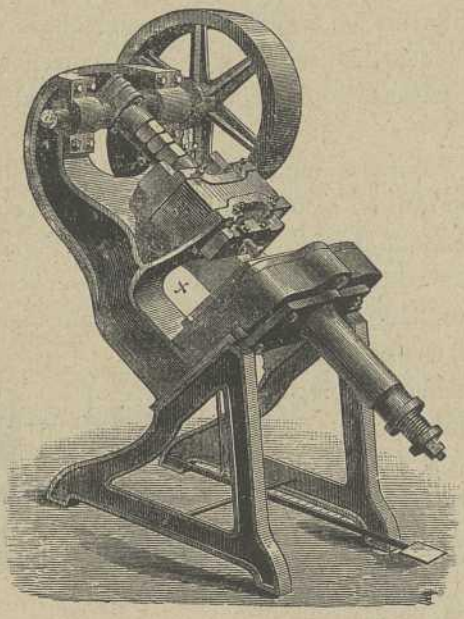
FIG. 433.
Modo de arrollar los bordes de objetos de chapa.

Trabajos especiales del hojalatero.—Aparte de los procedimientos generales de elaboración que acabamos de describir, el hojalatero apela, para formar diferentes objetos, á otros varios especiales, como el estampado, la abolladura y la conformación de las chapas. Por el estampado se produce de un golpe una variación de forma en toda la superficie de la pieza sometida á la operación, mientras que la abolladura opera el cambio gradualmente por una sucesión de golpes de martillo; la llamada conformación de las chapas es una especie de abolladura que se verifica en el torno, como luego diremos.

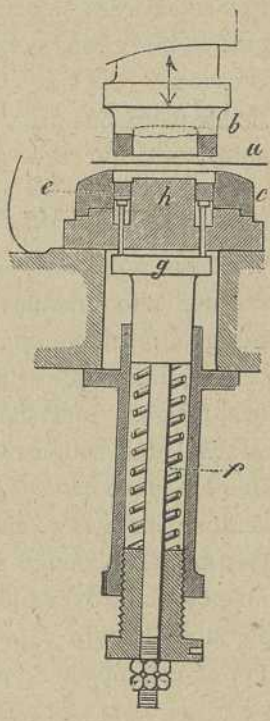
Para el estampado se emplean matrices y cuños á propósito, en combinación con aparatos de caída, en los cuales resulta el efecto del golpe de una masa metálica pesada, ó bien en combinación con prensas especiales. En la construcción de estas últimas para los fines de la hojalatería, han hecho maravilla los norteamericanoss, y por medio de sus prensas se fabrican hoy cantidades considerables de cajitas de hoja de lata de diferentes formas, para betunes, conservas, colores, medicamentos, etc., que salen tan baratas como las de cartón, antes en boga; hecho que se comprende fácilmente teniendo en cuenta que dichas prensas son capaces de producir de 75 á 150 piezas (cajitas ó tapaderas) por minuto. Además, semejantes máquinas resultan sumamente ventajosas y económicas para la fabricación en masa de botones, hebillas, envolturas de cartuchos metálicos, lámparas y objetos análogos, así como para la de vasos mayores de chapa y toda clase de utensilios de cocina.

Las figuras 434 á 438 dan idea de la construcción de una de dichas prensas

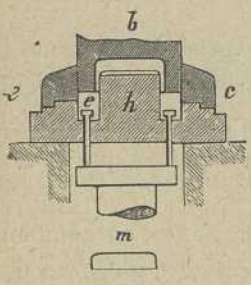
americanas para la fabricación de cajitas de hoja de lata, ó latas, como suelen llamarse sin autorización de la Academia. Entre el cuño *b* y la matriz *c* (figu-



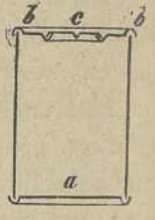
434



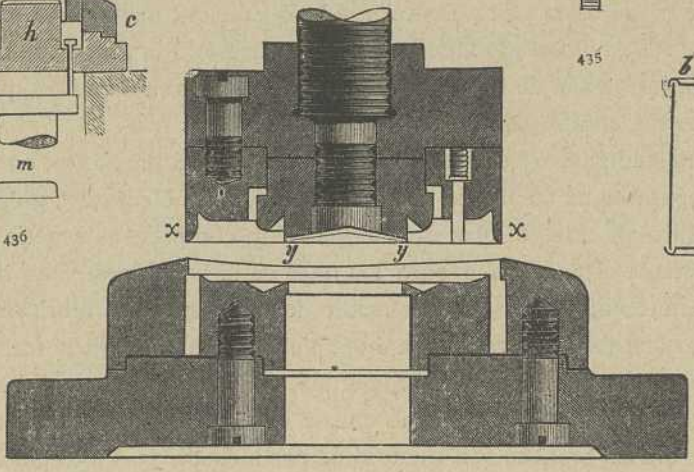
435



436



437



438

FIGURAS 434 á 438.—Prensa para fabricar cajitas de hoja de lata.

ras 434 y 435) se introduce á mano un pedazo de hoja de lata, *a;* al cuño se le imprime un movimiento de vaivén en la dirección de la flecha doble, mediante una excéntrica en el árbol motor, *d* (fig. 434), y al bajar, corta en la

hoja *a* uñ disco que al instante queda como acunado entre el cuño y el anillo *e* que se encuentra dentro de la matriz. Este anillo está sostenido por cuatro ó seis clavijas iguales, cuyos extremos inferiores se apoyan contra la cabeza cilíndrica *g* de una pieza sostenida por el muelle espiral *f*. La parte media del disco se apoya contra la superficie superior de la parte cilíndrica *h* de la matriz, mientras que, siguiendo el cuño *b* en su carrera descendente, obliga á bajar al anillo *e*, comprimiendo el muelle, y dobla el borde del disco de lata, estirándolo y aplicándolo lateralmente contra el alma cilíndrica *h*. La fig. 436 muestra más claramente la acción de las piezas, y también (en *m*) la forma que recibe la cajita. Al retroceder el cuño *b*, el muelle hace subir el anillo *e*, la cajita ó tapadera acabada sale fuera de la matriz, y en virtud de la posición inclinada de la prensa (véase fig. 434), se desliza hacia atrás, cayendo en un cajón dispuesto al efecto. Debemos añadir, para que nuestros lectores se formen una idea exacta de la eficacia de esta máquina, que puede producir más de doscientas cajitas en el tiempo necesario para leer esta breve descripción. De un modo enteramente análogo, aunque con matriz y cuño de forma distinta, se forman el fondo y la tapa de las latas para conservas: el fondo (fig. 437, *a*) consiste en una pieza circular, al paso que la tapa se compone de una parte anular, *b*, y una pequeña pieza circular *c*, que tiene en el centro un agujerito que sirve para extraer el aire, después de llenar la lata, y se tapa entonces mediante una gota de estaño fundido; el cuerpo cilíndrico de la caja se forma aparte en otra máquina. La fig. 438 representa en sección el cuño y la matriz empleados en la formación de la tapa *b:* el borde circular y saliente, *x x*, del cuño, corta primero un disco del diámetro necesario, y lo introduce en la matriz; un instante después el borde interno *y*, *y* corta el orificio central para la pieza *c* (que se forma aparte), y al terminar el cuño su carrera descendente quedan doblados ó plegados los bordes exterior é interior de dicha tapa, de la manera indicada en la fig. 437.

Semejantes prensas se construyen para moverse á mano ó á máquina, según las exigencias de la fabricación. El ingeniero *Fischer*, de Wernigerode (Prusia), ha inventado recientemente una prensa hidráulica para la fabricación de objetos huecos de palastro ú hoja de lata, en la que un líquido, obrando bajo una presión muy elevada, hace las veces de cuño, obligando á la chapa á amoldarse á la matriz. La operación puede efectuarse en frío ó en caliente, en cuyo último caso el líquido consiste en metal fundido. Por medio de esta prensa se pueden formar de una sola pieza objetos de gran tamaño, como botes de hierro, las calderas de cobre empleadas en la refinería del azúcar, etc. En los Estados Unidos, y por medio de prensas hidráulicas, se forman cajitas de estaño directamente del lingote, pudiendo obtenerse tres ó cuatro docenas de ellas por minuto.

La abolladura, ó sea el trabajo que consiste en formar objetos huecos de

chapa, ó labrar de realce adornos en los mismos, con sólo la ayuda del martillo, es un arte propio del calderero, que estuvo muy en boga en siglos pasados, especialmente para la producción de vasos artísticos de metal, de cascos y demás piezas de las armaduras. En nuestros días de fabricación febril su ejercicio es muy limitado, pues no es compatible con la economía en tiempo y mano de obra, tan esencial en la industria moderna; además, como el trabajo supone cierta ductilidad del metal, fuerza es caldear las piezas repetidamente para ablandarlas, y á esto sólo se presta el palastro en grado limitado, mientras que no se puede verificar con la hoja de lata, porque desaparecería con ello el estañado. La chapa de cobre y latón son los materiales de hojalatería más á propósito para la abolladura, á la que también se presta el cinc; pero salvo los casos en que se trata de la elaboración de corto número de objetos, el procedimiento puramente manual con martillos de diferentes formas se ha sustituído por varios otros mecánicos, en los cuales entran en acción cuños ó estemples en combinación con aparatos de caída, ó bien por el procedimiento dicho de conformación en el torno.

Un ejemplo muy interesante de la aplicación de la abolladura moderna por medios mecánicos nos lo ofrece la fabricación de flores y plantas artificiales de hoja de lata, pintadas ó barnizadas después de hechas con sus colores naturales. Esta rama particular de la industria debe su origen á los hermanos *Zobel*, hojalateros de Berlín, en cuya fábrica, lo mismo que en otras establecidas posteriormente, se produce toda clase de flores sueltas, plantas enteras y arbustos, imitación perfecta del natural, para el decorado de salones, jardines, fuentes, escenarios de teatro, etc., que se combinan en muchos casos con los aparatos de iluminación y juegos de agua, produciendo efectos encantadores.

La conformación de las chapas en el torno es un procedimiento moderno que se aplica hoy á la fabricación de gran cantidad de vasos y otros objetos huecos. Su invención, en París, data del año 1816, y fué adoptada algunos años después por el platero Hossaner, de Berlín, introduciéndose en 1824 en Viena. Los artículos de metal plateado que produjeron por entonces estos fabricantes, con arreglo al nuevo procedimiento, eran tan elegantes como los de plata legítima abollados á mano, y llamaron tanto la atención por su hermosura y baratura, que muchos industriales pusieron gran empeño en descubrir el secreto de la fabricación, que no tardó en ser del dominio público. Posteriormente se ha desarrollado la industria de la conformación de un modo extraordinario en Viena; y tanto en Austria como en Alemania se halla en la actualidad mucho más en boga que en Francia, Inglaterra ó los Estados Unidos, donde el empleo de las prensas antes referidas resulta más económico.

En la conformación, los golpes del martillo están reemplazados por la fuerza más suave de una presión más ó menos continua, ejercida sobre la su-

perficie de la pieza de metal mientras gira en el torno. La forma que ha de recibir la chapa la determina un modelo de madera dura ó de metal, sujeto al torno, y el trabajo del conformador consiste en obligar la chapa á amoldarse perfectamente á la superficie de aquél; como se comprende, el modelo puede ser macizo ó hueco: en el primer caso, la chapa se amolda á su superficie externa, y en el segundo, á la interna, dándose naturalmente casos en que para un mismo objeto se emplean sucesivamente un modelo macizo y uno hueco. Las herramientas de acero que se usan para ejercer la debida presión sobre la chapa, son de formas variadas, pero tienen siempre el carácter del bruñidor, por cuanto son lisas y carecen de ángulos; además, y para disminuir en lo posible el rozamiento durante la operación, se untan con sebo ó jabón. En ciertos trabajos se emplean, en vez de dichos instrumentos, pequeñas ruedas de acero afianzadas en el extremo de un mango. En muchos casos la forma del objeto no permitiría que, después de hecho, se separara del modelo, si éste fuera de una sola pieza; inconveniente que se subsana empleando modelos compuestos de dos ó más pedazos, unidos por medio de espigas, tornillos ó de otra manera.

La conformación se verifica tanto más fácilmente, cuanto más delgada sea la chapa y más blando el metal de que se compone. El estaño, la aleación dicha metal de Bretaña, el cobre y la plata fina, son los materiales que mejor se dejan conformar en el torno; con el latón resulta ya la operación más difícil, y, sin embargo, éste es el material que más se emplea; la hoja de lata sólo por excepción se presta á la conformación cuando el palastro que constituye su base ó masa es sumamente blando, lo cual sucede rara vez.

Para acabar los productos de la hojalatería, prestándoles mejor aspecto, se les somete á diferentes manipulaciones, según el procedimiento á que deben su forma y el material de que se componen. Los objetos abollados á mano tienen que repasarse con martillos de boca pulimentada, á fin de que desaparezcan las señales de los golpes anteriores, y en último término, se reviste dicha boca con pergamino. Los artículos conformados en el torno se pulimentan, antes de separarlos de su modelo, por medio de bruñidores de acero ó ágata. Los productos de chapa de latón se pulen con el martillo, ó bien frotándolos primero con polvo de piedra pómez ó de carbón vegetal y agua, y después con tripolita ó rojo inglés y aceite de olivas. Los objetos de palastro ordinario se dejan en su estado natural ó se pintan de negro; y muchos de los artículos de hoja de lata no se someten á otra manipulación que el pulimento con el martillo.

El llamado muaré metálico (del francés *moiré*), parecido al muaré de ciertas telas de seda, y con que suele adornarse la superficie de muchos artículos de hoja de lata, fué inventado en 1814 por *Alard*, de París. Los dibujos se deben sencillamente á la cristalización de la capa de estaño fundido, y resultan

tanto mayores, cuanto más lento es el enfriamiento; pero para que aparezcan ó sean visibles es preciso lavar la hoja con un ácido diluído. Se pueden producir indicios, por lo menos, de un muaré, en una hoja de lata cualquiera; pero la experiencia ha demostrado que para que resulte hermoso es preciso que el estaño sea de primera calidad y forme una capa relativamente gruesa. Mediante un enfriamiento rápido ó irregular, se pueden producir dibujos bastante variados. La hoja de lata se calienta sobre un fuego de carbón, hasta que el estaño empieza á fundirse: si se sumerge entonces de repente en agua fría, inclinando la hoja, resulta un muaré fino, de aspecto comparable al granito; si en vez de sumergir la hoja se salpica con agua por medio de un cepillo, un pulverizador ó cosa análoga, cada gotita produce un centro de cristalización, y se produce un dibujo estrellado ó listado, según que la hoja esté horizontal ó inclinada. La punta de un hierro de soldar aplicada en caliente sobre la hoja fría, determina la fusión del estaño en un pequeño círculo que, después de enfriado y lavado con ácido, aparece en forma de estrella; mientras que si dicho hierro se pasea en línea recta sobre la hoja, resulta, en último término, una cristalización comparable á una espiga de cebada; de este modo se pueden producir dibujos en forma de corona, etc. Después de lavada con el ácido la hoja de lata, se baña con agua, y se frota con un poco de álcali para quitar el óxido de estaño que pueda haberse formado. Un muaré muy hermoso se produce también calentando con precaución una hoja de lata de superior calidad, hasta la fusión del estañado, y sumergiéndola rápidamente en un líquido compuesto de una disolución de dos partes de clorido de estaño en cuatro de agua, una parte de ácido nítrico y dos partes de ácido clorhídrico. Ciertos objetos pueden fabricarse desde luego con hoja de lata sometida previamente al procedimiento del muaré, pero en su elaboración sólo pueden emplearse martillos de madera; cuando esto no es posible, el muaré tiene que producirse en los objetos acabados, y se protege el dibujo, en último término, mediante un baño de barniz de laca transparente, con ó sin color, que da todavía mayor realce al adorno.

En determinadas ramas de su industria, el hojalatero tiene que apelar á otros diversos procedimientos, entre ellos el moldeado de metales fundidos para formar pies ó bases, manezuelas, etc.; por regla general, emplea al efecto el latón, ó una aleación de plomo y antimonio. Debemos mencionar también la galvanoplastia, que sustituye en bastantes casos los procedimientos de estampado y la conformación en el torno, y á la que se recurre para producir artículos que no se podrían obtener de otro modo. Así, por ejemplo, se forman por la vía galvanoplástica largos tubitos de cobre de solos dos ó tres milímetros de diámetro, revistiendo con cera y grafito pedazos de bramante, y colocándolos en el baño galvánico de cobre; una vez precipitado el metal en torno del bramante con el espesor necesario, se caldea el conjunto hasta carbonizar

el cáñamo, y el tubo que resulta se limpia interiormente por medio de un alambre.

La rama más extensa de la hojalatería en la actualidad es, sin duda, la fabricación de lámparas, cuyo asiento principal en Europa se halla en Berlín, y que en Alemania, como en otros países, se practica hace tiempo en fábricas especiales. Carecemos de espacio para entrar en los pormenores de esta industria; pero en ella, como comprenderán nuestros lectores, desempeña la maquinaria un papel muy importante, sustituyendo al trabajo manual hasta en los pormenores al parecer más insignificantes. Objetos cuya producción á mano supondría horas, se estampan ó conforman en breves minutos; casi todas las piezas pequeñas de un quinqué se forman mecánicamente, con tal igualdad y precisión, que se pueden montar desde luego sin repasarlas. Sólo de este modo se comprende cómo las elegantes lámparas que usamos diariamente puedan fabricarse y venderse á tan bajos precios.

PLUMAS DE ACERO

Los ensayos más antiguos para dibujar ó escribir con líquidos de color, se hicieron, sin duda, por medio de varillas de madera apuntadas, y estas puntas escobilladas, digámoslo así, por el uso, fueron tal vez el origen del pincel. Con éste, sin embargo, sólo podían emplearse colores más ó menos espesos, pues los líquidos de la consistencia del agua no se prestan á la formación rápida de caracteres bien definidos; mas cuando se hizo sentir la necesidad de escribir con mayor rapidez de la que es posible mediante el pincel, halló el hombre en la Naturaleza un medio á propósito en la caña, que, cortada en forma de pico, con una pequeña hendedura, se presta bastante bien al objeto, dejando fluir gradualmente la tinta líquida en que se moja, y permitiendo, mucho mejor que el pincel, la formación de los caracteres de escritura, con distinción entre los rasgos gruesos y los finos. Así es que la antigua caña de escribir se mantuvo durante mucho tiempo, y se usa aún en algunas partes del globo, como Marruecos, si bien sus producciones, como se comprende fácilmente, no pueden compararse con las de la caligrafía moderna. Pero en aquellos remotos tiempos se sentía mucho menos que hoy la necesidad de escribir, y las pocas gentes que practicaban el arte tenían tiempo sobrado para trazar pausadamente los caracteres.

Del siglo V de nuestra Era datan los primeros indicios del empleo de la pluma de ave para escribir, de modo que hace ya siglos que tan útil cuanto sencillo instrumento ha celebrado el jubileo milenario de su cooperación en la civilización de los pueblos. Hasta en los tiempos modernos se ha mantenido en su honroso puesto, á pesar de las tentativas hechas para destronarla; pues

nunca lograron aceptación las plumas de cuerno, carey y materias análogas con que se trató, en diferentes épocas, de sustituir la de ave, y tampoco pudo competir con ella una pluma singular de vidrio que salió un día á la palestra, y consistía en una varilla apuntada de dicha materia, torcida á manera de barrena salomónica para retener mejor la tinta. Pero llegó el día en que la existencia de la pluma de ave se vió seriamente amenazada: el acero, que tantas conquistas sangrientas registra en los anales de la humanidad, acabó por entrar en lucha empeñada contra el venerando cañón córneo en la pacífica arena de la caligrafía; y tal fué la victoria que alcanzó, que nuestra juventud sólo conoce de nombre la pluma que todavía usaban sus padres.

Es notorio que la fabricación de la pluma de acero tiene su origen en Inglaterra, donde actualmente alcanza su mayor desarrollo, siendo Birmingham la cuna y el centro por excelencia de la industria; pero los ingleses y los alemanes se disputan todavía la honra de la invención misma. Las laboriosas investigaciones á que ha dado motivo tan interesante invento, han demostrado, en primer lugar, que el empleo de plumas metálicas es mucho más antiguo de lo que se suponía, y que la invención de la de acero se debe independientemente á diferentes personas, en distintos países y épocas. En un libro dedicado á la escritura de la Edad Media, refiere Wattenbach que se han desenterrado en las ruinas de Roma plumas de bronce; hecho que evidencia el error de la creencia, antes generalmente admitida, de que los romanos sólo se servían, para escribir, del pincel y de la caña. Además, parece que en dicha Edad los patriarcas (obispos) solían firmar con plumas de plata. En el año 1544, el célebre maestro de caligrafía Neudorf, de Nurenberg, publicó un escrito sobre el modo de conformar cualquier cañón ó tubo para los usos de su arte, y menciona, entre los diversos materiales á propósito para plumas, tubitos de hierro y de cobre, así como laminitas de cobre y latón. Dos siglos más tarde, *Juan Janssen*, escribano de Aquisgrán, hizo unas plumas de acero que fueron celebradas por los diplomáticos reunidos allí en 1748 con motivo del tratado de paz consiguiente á la guerra de sucesión de Austria. En una crónica de aquella municipalidad, dicho Janssen se titula él mismo inventor de la pluma de acero; pero su invento se relegó pronto al olvido. Posteriormente, esto es, en 1808, un maestro de caligrafía en Koenigsberg (Prusia), llamado *Buerger*, produjo una pluma de acero, con la intención de ahorrarse la molestia de cortar tantas plumas de ave para sus numerosos alumnos; pero su invento no le valió más que desazones, pues habiendo gastado cuanto poseía para sacarlo á flote, perdió todos sus discípulos, y á una edad ya avanzada se vió obligado (¡oh ironía de la suerte!) á sentarse diariamente á la entrada de la Bolsa de Koenigsberg y vender plumas de acero *inglesas* á los transeuntes.

De lo dicho se deduce, pues, que á mediados del siglo pasado se hizo ya uso de plumas de acero; mientras que la historia del invento empieza en Ingla-

terra con el año 1780. Según ella, el célebre químico inglés Priestley, descubridor del oxígeno, en vista de las molestias que le proporcionaba el tener que cortar plumas de ave, preguntó un día á su amigo *Harrison*, fabricante de juguetes de metal en Birmingham, si no podría hacerle una pluma metálica duradera. Al cabo de una semana le llevó Harrison varias muestras de plumas, que se conservan todavía en el Museo de aquella ciudad, y que sin duda harían asomar una sonrisa á los labios de nuestros niños, por lo extraño de sus formas; pero el primer paso estaba dado, y Harrison no era hombre capaz de desanimarse por algunos ensayos infructuosos. En su fábrica estaba el célebre *Josías Mason*, que fué el verdadero fundador de la industria de las plumas de acero, y murió en 1881 como propietario de la fábrica de plumas más extensa que existe, dejando cerca de veinticuatro millones de pesetas para obras públicas y de beneficencia. Mason llegó á emplear en su fábrica mil operarios, que convertían semanalmente 5.000 kilogramos de acero en 7.500.000 plumas, es decir, cerca de 400 millones al año. Actualmente se calcula que las diferentes fábricas de Birmingham producen á la semana cincuenta millones de plumas de acero, ó sean unos 2.600 millones anualmente.

Fuera de Inglaterra, la industria de que tratamos se arraigó primero en Francia, donde existen fábricas de plumas en Boulogne, Aigle y París, cuya producción anual excede de 200 millones. En Alemania, la fábrica más considerable del género se encuentra en Berlín, produciendo de siete á ocho millones de plumas al año, mientras que en Austria sólo existen dos ó tres fábricas sin importancia.

Fabricación de las plumas de acero.—Antes de que el acero pueda ocupar su puesto sobre nuestras mesas de escritorio en la forma de plumas, tiene que ser sometido á una serie de manipulaciones. El material para las plumas de mejor calidad es el acero de cementación afinado, hecho con el mejor hierro de Suecia, y que se distingue por la finura de su grano, su dureza y tenacidad; para las plumas de calidad inferior se emplean otras clases más baratas de acero.

Los aceros comunes, destinados á la fabricación de plumas, salen generalmente de los establecimientos siderúrgicos en forma de lingotes tableados, mientras que el acero sueco se entrega en planchas de metro y medio de largo, próximamente, por 45 centímetros de ancho. La primera operación consiste en cortar dichos lingotes ó planchas en tiras estrechas, y la segunda, en caldear éstas para ablandar el acero, á cuyo efecto se colocan en cajas cerradas de hierro y se someten durante diez á doce horas á la incandescencia blanca en un horno especial. Después se someten las tiras á un baño de ácido sulfúrico concentrado para librarlas del óxido, y una vez lavadas con agua para quitarles todo resto de ácido, se estiran, transformándolas en chapas de la delgadez necesaria. Esta operación se efectúa por medio de laminadores especiales

(fig. 439), entre cuyos sólidos cilindros de acero ó de hierro colado endurecido y movidos á máquina, se van pasando repetidamente las tiras originales, hasta convertirlas en cintas largas y flexibles, que se clasifican después con arreglo á su grueso.

De los varios trabajos mediante los cuales se transforman en plumas dichas cintas de acero, la mayor parte corre á cargo de mujeres y muchachas; pues de todos los operarios empleados en esta industria en Birmingham, un diez por ciento escasamente pertenece al sexo masculino.

La formación de las plumas empieza con el estampado de las cintas de

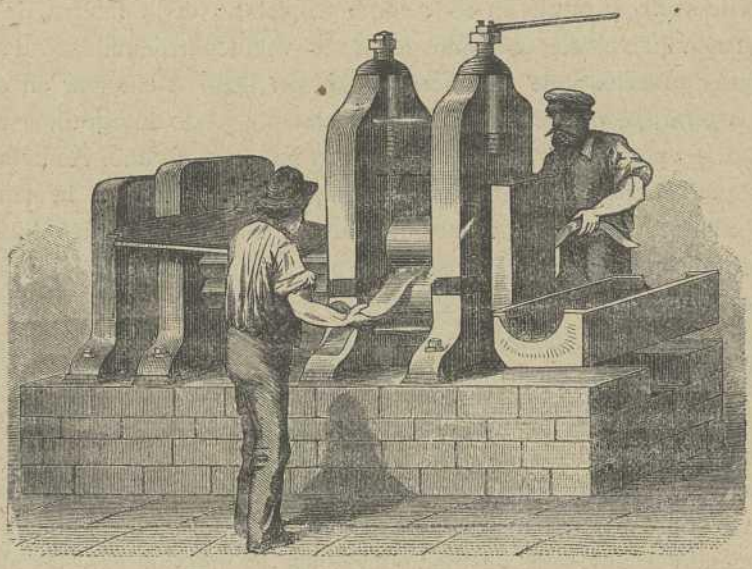


Fig. 439 —Laminación del acero para plumas.

acero. Cada trabajadora tiene delante una maquinita de estampar, parecida por su construcción á un volante de acuñar (fig. 440), entre cuyos cuños va corriendo con la mano izquierda la cinta, mientras que con la derecha hace funcionar la máquina; á cada golpe del cuño superior queda cortada una laminita de la figura de una pluma de acero aplastada, y el ancho de las cintas está calculado para dar dos plumas, como indica la fig. 441, con el menor desperdicio posible de metal. Este desperdicio, que en muchos casos no puede ser inferior á un 25 por 100, se vuelve á entregar á los fabricantes de acero. El estampado en cuestión se verifica tan rápidamente, que una trabajadora hábil puede cortar en un día 250 gruesas de plumas, á razón de 192 por gruesa; en este caso se cuentan 192, en vez de 144, porque la experiencia ha demostrado que por cada gruesa, 48 plumas resultan inservibles durante la fabricación.

En otro taller de la fábrica se someten una por una las plumas formadas de primer intento á otras maquinitas parecidas á la anterior, pero con cuños de forma distinta, en las que reciben el agujerito que sirve comúnmente de base para la hendedura del pico, y al mismo tiempo los pequeños cortes laterales destinados en muchas plumas á aumentar la elasticidad (fig. 442). La hendedura misma del pico se produce más tarde, cuando la pluma está casi acabada. Aunque cada piececita se introduce aisladamente en la máquina, este trabajo procede también con mucha rapidez, puesto que cada operaria despacha en un día de ochenta y cinco á cien gruesas.



Fig. 440.—Estampado de las cintas de acero

Como para la operación siguiente, ó sea la estampación de la marca de fábrica, etc., el acero es todavía demasiado duro, las laminitas, agujereadas y hendidas del modo referido, se colocan en gran cantidad á la vez en una mufla, sometiéndolas al calor rojo incipiente, con lo cual se vuelven tan blandas como el plomo. Entonces, y después de limpiarlas, se llevan á otro taller, donde la marca, inscripciones, adornos, etc., se estampan en ellas por medio de maquinitas de acuñar, manipuladas por muchachas, cada una de las cuales puede estampar de 130 á 135 gruesas al día. En este estado las laminitas, todavía planas, pasan á otra máquina (fig. 443), parecida á las ya referidas, entre cuyos cuños reciben la forma de media caña, y con esta operación termina la formación de la pluma de acero, salvo la hendedura del pico.

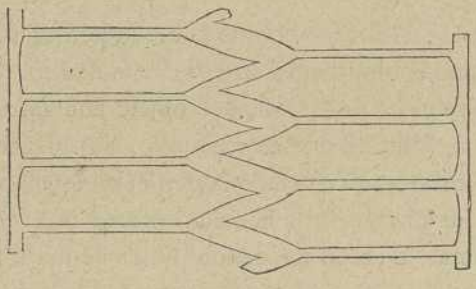


Fig. 441.
Cinta del acero con plumas estampadas.

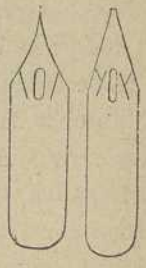


Fig. 442.
Plumas perforadas y hendidas lateralmente.

Pero el metal, como hemos visto, es sumamente blando, careciendo de toda elasticidad, y es preciso devolverle las propiedades del acero. Al efecto, se vuelven á caldear las plumas hasta el rojo, en grandes partidas, y se echan repentinamente en una vasija llena de aceite, con lo cual recobran la dureza del acero, pero resultan casi tan quebradizas como el vidrio. Después de revolverlas con serrín para quitar el aceite adheri-

do, se destemplan hasta el grado conveniente, calentándolas en un cilindro giratorio sobre el fuego, de una manera análoga á como se tuesta el café; y como al cabo de esta operación resultan con una tenue capa de óxido, se echan en otro cilindro giratorio y revuelven durante algún tiempo con arena dura ó polvo de crisoles usados, dejándolas perfectamente limpias.

Las plumas se trasladan entonces al taller del amolado, donde funciona un gran número de pequeños discos de esmeril, girando velozmente á impulso de un motor común, por medio de las correspondientes correas de transmisión. Delante de cada disco se coloca una mujer que coge las plumas una por una, con los dedos ó unos alicates, y las amuela en un instante, aplicando el



FIG. 443.—Encorvadura de las plumas.



FIG. 444 —Hendedura del pico de las plumas.

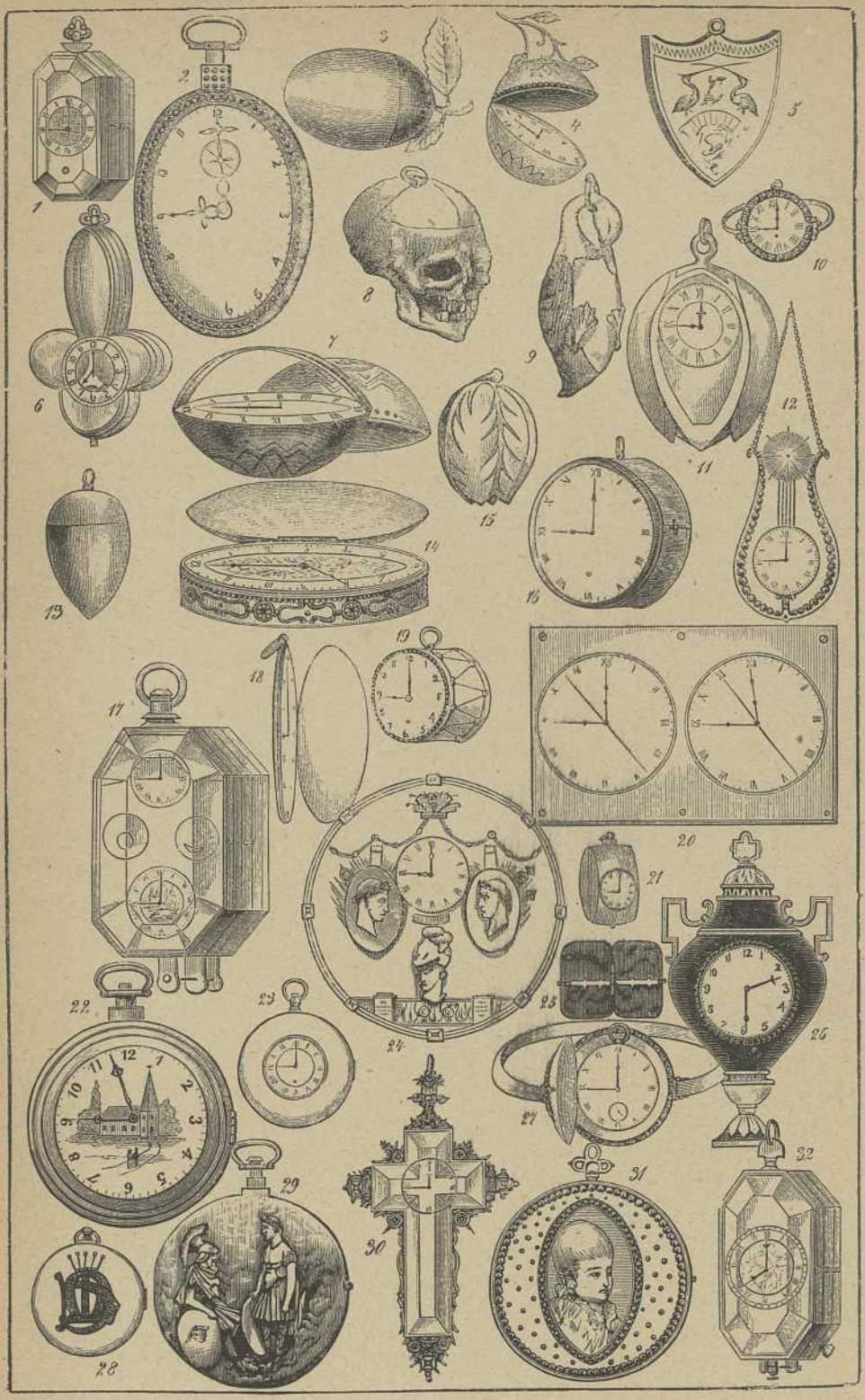
pico longitudinal ó transversalmente sobre la periferia del disco, ó bien sucesivamente en ambas direcciones. De esta amoladura depende principalmente la bondad de la pluma, pues tiene por objeto adelgazarla en graduación hacia la punta del pico, á fin de que éste resulte más elástico, y que se abran y cierren más uniformemente sus dos mitades después de practicada la hendedura definitiva. Con las plumas de ave solía hacerse una cosa análoga, raspando con el cortaplumas la pared del cañón donde se iba á formar el pico.

La última operación consiste en hender el pico, y se verifica por medio de una maquinita (fig. 444) de construcción igual á las precedentes. El cuño superior produce en su descenso la hendedura del pico, y el cuidado principal de la operaria encargada de la manipulación consiste en colocar cada pluma sobre el cuño inferior, en la posición debida, á cuyo efecto, y para guiarla, está dispuesta la base del aparato del modo más conveniente. En algunas fábricas, y tratándose de determinadas clases de plumas, la hendedura del pico no

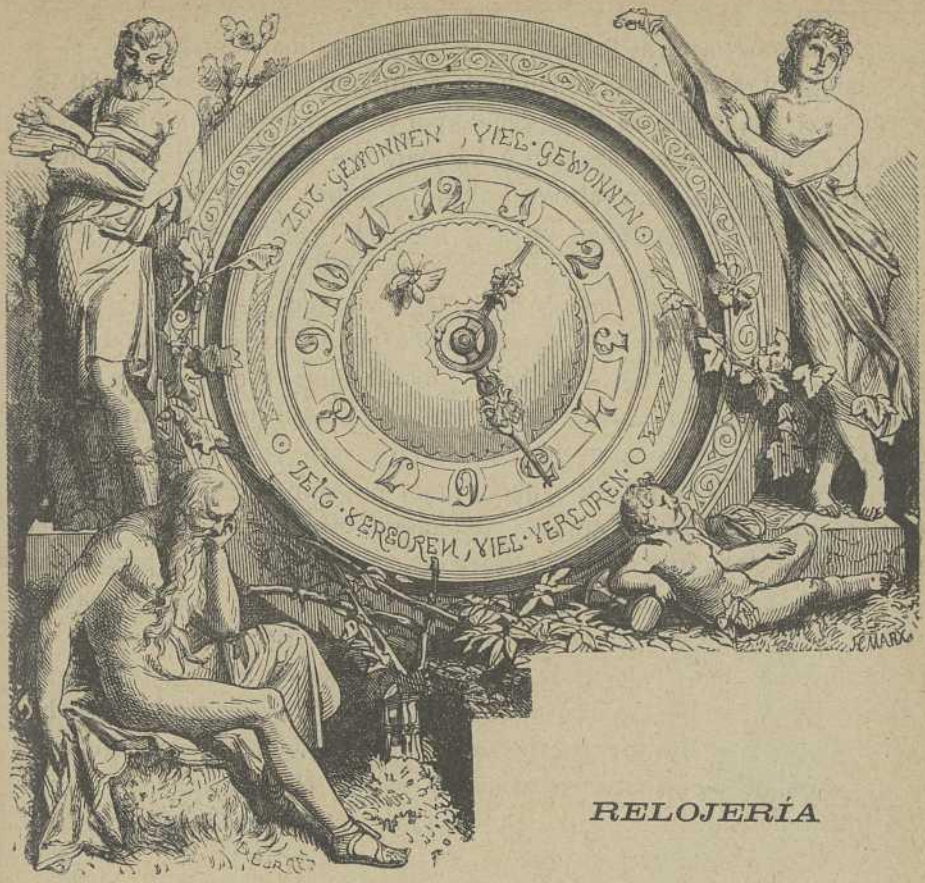
se produce de un golpe, sino que la máquina no hace más que señalarla, cortando el metal sólo hasta la mitad de su espesor, mientras que el corte se acaba por medio de unas tenazas de construcción especial.

Las plumas de clase superior se someten todavía á un pulimento para quitar las pequeñas asperezas ó rebabas formadas durante la hendedura del pico; á cuyo efecto se revuelven con serrín en tambores giratorios, ó bien solas en un cilindro hueco de estaño fundido, en el cual se colocan de una vez hasta cincuenta mil plumas, y que, mediante un mecanismo especial, gira y oscila en las direcciones más diversas. Después se prueba cada pluma oprimiendo ligeramente su pico sobre un anillo de hueso sujeto al dedo pulgar de la mano izquierda, y según su elasticidad, se destina á la clase superior, mediana ó inferior, mientras que las plumas defectuosas se apartan y van á parar al crisol del fundidor de acero. Algunas plumas reciben entonces un baño de goma laca, destinado á protegerlas contra la oxidación, y otras se broncean á fuego, dándoles matices azules, amarillos, pardos, etc., con el único objeto de mejorar su aspecto; este bronceado, lejos de ser un medio protector, es más bien perjudicial, pues la tenue capa colorada es el producto de una oxidación incipiente, y es más sensible aún que el acero pulimentado. En cambio, se presta mayor consistencia á ciertas plumas de acero revistiéndolas galvánicamente con un baño de cobre, plata ó estaño. Algunas clases se someten superficialmente á la acción de ácidos, cianuro potásico, etc., para deslustrarlas ó darlas un color gris ó negruzco; pero semejantes tratamientos sólo responden al deseo de satisfacer los caprichos de los consumidores. Por último, las plumas se empaquetan por gruesas en cajitas de cartón, á cuyo fin no se cuentan, sino que se pesan. Mientras que hace cuarenta ó cincuenta años una gruesa de plumas de acero solía costar 10 ó 12 pesetas, hoy, merced á los perfeccionamientos en la fabricación, se venden las mejores clases por menos de una peseta la gruesa, y las inferiores hasta por 30 ó 40 céntimos.

Fabrícanse también plumas de bronce, de aluminio, de plata y de oro: las primeras no pueden sustituir ventajosamente á las de acero; pero las de plata y oro resultan muy duraderas y á veces económicas, á pesar de su precio relativamente elevado. Las de plata se usan poco; pero las de oro, que consisten en una aleación muy dura y elástica, compuesta de 14 partes de oro, 16 de plata y 18 de cobre, gozan de bastante aceptación y duran muchísimo, puesto que reciben puntas de osmio-iridio, aleación muy dura y tan inoxidable como el platino; semejantes plumas suelen llamarse adiamantadas, ó de punta de diamante.



Relojes de diversas formas de los últimos tres siglos.



RELOJERÍA

Principios.—Reloj de sol, clepsidra y ampolleta.—Antiguos relojes de ruedas y pesas con balancín.—Primeros relojes de péndola.—Mejoras en el reloj de balancín.—Perfeccionamiento del reloj de péndola.—Mecanismo de campana.—Nuevos progresos relativos al reloj de balancín.—Compensaciones.—El cronómetro.—Mejoras en los relojes de bolsillo.—Relojes de péndola giratoria y de figuras.—Relojes de torre.—Relojes de registro.—Relojes eléctricos y neumáticos.—Autómatas.—La fabricación de relojes.

El reloj es una de las máquinas más ingeniosas, y, sin duda alguna, la más indispensable, siendo regulador de la vida casera y de los negocios, al par que auxiliar imprescindible del físico y del astrónomo. La importancia de poder medir el tiempo con la mayor exactitud, ha dado lugar á que los mecánicos más eminentes se hayan ocupado del perfeccionamiento del reloj, en cuya construcción se ha meditado más y desplegado más ciencia é ingenio, acaso, que en la de otro mecanismo alguno; y tal es la perfección que hoy revela en sus formas superiores, que debe considerarse como una obra maestra del arte mecánico.

Todos los pueblos, aun los más bárbaros, han observado y respetado desde su infancia ciertos períodos ó divisiones naturales del tiempo, como el

curso del año, las fases de la luna, el día y la noche; mas á medida que se fué despertando su razón y desarrollando su cultura, impúsoseles la necesidad de subdividir el día, lo que se hizo primero por mera apreciación y después por medición. Varios pueblos llegaron á adoptar, con arreglo á sus costumbres, divisiones arbitrarias, equivalentes á dos, tres ó más de nuestras horas; pero en todas partes se respetó en primer término la separación del día y de la noche, subdividiendo cada una de estas partes en sí. Este uso se mantuvo durante miles de años entre los pueblos más civilizados, perpetuándose localmente aún hasta el siglo XVI de nuestra Era en Alemania, donde la noche, desde que el sol se ponía hasta que salía, solía dividirse en ocho partes iguales, y en otras ocho el día desde la salida hasta la puesta de dicho astro; otros pueblos dividían el día y la noche, cada uno en seis partes, como lo hacen todavía los chinos y los persas, y hacían aún los japoneses en época reciente. Semejantes divisiones son naturales; pero nuestra medición modernadel tiempo, según la cual el día y la noche juntos se dividen en veinticuatro partes iguales, basándose este conjunto en un valor medio del año, que se aparta á veces considerablemente del tiempo de revolución de la Tierra, y cuyas discrepancias se igualan mediante la intercalación periódica de bisiestos; este sistema moderno, decimos, es artificial en alto grado. Pero este artificio se nos impone desde el momento que queremos una división sencilla y regular del tiempo, pues de permanecer consecuentes con la Naturaleza, nos veríamos envueltos en dificultades sin fin; y la prueba más patente de ello nos lo ofrecen los pueblos que se empeñan todavía en permanecer fieles á la tradición, pero que se ven obligados á echar remiendos, digámoslo así, á la vetusta capa del tiempo para que pueda todavía prestar su servicio. Los musulmanes con su mes lunar puro, lo mismo que los persas, chinos y los japoneses de antes, tienen que intercalar de vez en cuando en su calendario un mes entero, para que el primer mes lunar coincida con el principio del año; esto corre á cargo de la policía, verificándose cuando la discrepancia alcanza proporciones mayores, pero arbitrariamente y de modo diverso en los diferentes países, pues se dan casos en que se decreta la intercalación de sólo medio mes á un tiempo. Rusia, en su orgullo tradicional, se resiste todavía á adoptar la modificación del antiguo calendario juliano, que ofrece á estas fechas, comparado con el gregoriano, una diferencia de cerca de trece días al año.

El sol ofrece un medio de dividir el día, y el reloj solar ó cuadrante es una invención sumamente antigua, que ha sido modificada repetidamente durante el curso de los tiempos; pero su utilidad era desde luego limitada, amén del hecho de no funcionar de noche y en días nublados, y hubo necesidad de buscar otros medios. El más antiguo, acaso, fué el reloj de agua, ó *clepsidra*, que se hallaba en uso entre los griegos en el siglo V antes de nuestra Era, y con anterioridad entre los antiguos asirios, por el año 600. La clepsidra asiria de

tiempos de Sardanápalo consistía en una vasija cilíndrica de bronce, con un pequeño agujero en el fondo para la salida gradual del agua; se llenaba al salir el sol, y unos vigilantes ó guardas, ó, como diríamos en España, unos serenos, proclamaban á voz en grito cuándo quedaba vacía, procediendo acto continuo á llenarla, operación que se repetía cinco ó seis veces al día. Esto indica que los asirios dividían el día en seis partes iguales, y regularmente también la noche. El agua que salía de la clepsidra en un fino chorro, se recogía en otra vasija colocada debajo, y con arreglo á su nivel, en una ó en ambas vasijas, podían apreciarse también divisiones menores del tiempo. Los romanos adoptaron la clepsidra el año 159 antes de nuestra Era, empleándola, no sólo en los tribunales de justicia, como hacían los griegos, para fijar la duración de los discursos, sino también en el orden militar, para regular el servicio de los centinelas.

Al lado de la clepsidra apareció también el reloj de arena ó ampolleta, en el cual la arena hace las veces del agua de aquélla, pasando gradualmente de una vasija á otra por una abertura estrecha. La ampolleta se usa todavía en algunas casas para fijar el tiempo de cocción de los huevos pasados por agua, y el marinero suele emplearla al tiempo de echar la corredera. Su forma no ha variado desde la Edad Media, según se desprende de la fig. 445, que reproduce un reloj de arena del siglo XIII.

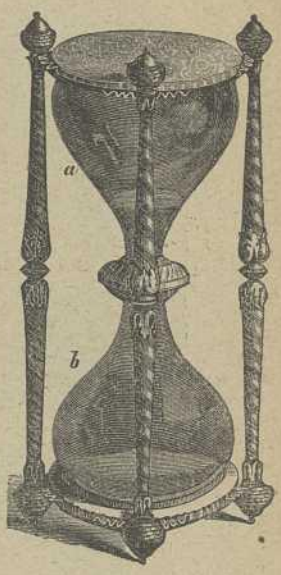


FIG. 445.
Ampolleta del siglo XIII.

En la fig. 446 reproducimos una clepsidra perfeccionada, de la época del Renacimiento, en la que un chorro continuo mantiene siempre á la misma altura el nivel del agua en el recipiente *A*, para asegurar una salida uniforme, mientras que en el depósito inferior hay un flotador que, mediante una cuerda y un contrapeso, y á medida que va subiendo en dicho depósito el nivel del agua, hace girar una aguja que indica las horas sobre una muestra. Pero semejantes clepsidras mecánicas con indicador son de origen mucho más antiguo; pues prescindiendo de que su construcción se atribuye al célebre mecánico griego Ktesibios, 130 años antes de nuestra Era, refiere la historia que Pompeyo tomó al enemigo en el Ponto, en su campaña del año 62 antes de Cristo, una clepsidra con depósito y muestra de oro, cuyas cifras estaban hechas con zafiros, y cuya aguja tenía rubíes engastados. Otra clepsidra célebre fué la que regaló el califa Harun-al-Raschid á Carlomagno, y tenía indudablemente un mecanismo de ruedas, hallándose provista además de un reloj de arena que se volvía automáticamente dos veces al día.

Antiguos relojes de ruedas y pesas con balancín.—No se sabe precisamente cuándo las pesas vinieron á sustituir al agua como motoras de los relojes. Parece insostenible la pretensión de que el reloj montado hacia fines del siglo X en Magdeburgo por el sabio clérigo Gerbert (más tarde papa Silvestre II), se moviera por medio de pesas, pues las noticias que tenemos sobre el particular se refieren más bien á un simple cuadrante ó reloj de sol; por otra parte, tampoco hay fundamento suficiente para atribuir la invención, como hacen algunos, al abate Guillermo de Hisrchau, que murió el año 1090. Es seguro que en 1120 existían ya relojes de pesas con campana, puesto que en las reglas de la Orden cisterciense correspondientes á dicho año, se prescribe á los sacristanes "de cuidar de que el reloj toque y despierte antes de la misa del alba.„ Esto demuestra que no fué el primer reloj con campana el que hizo el aleman Enrique de Wick ó Wyk, en los años 1364 á 1370, para Carlos V de Francia, el mismo cuyo toque dió la señal, dos siglos más tarde, para la matanza de San Bartolomé en París. Dicho reloj se parecía mucho, por su construcción, á otro no menos célebre que se montó hacia el año 1400 en Nurenberg, y se conserva todavía allí en el Museo germánico.



FIG. 446.
Clepsidra de la época del Renacimiento.

Este reloj, cuyo mecanismo reproduce la fig. 447, se hallaba primitivamente en una pieza de la torre de San Sebaldo, y servía para tener al guarda al corriente de la hora, y también para despertarle. La muestra ó esfera, que no se ve en el grabado, tiene dieciséis divisiones; pero lo que nos interesa más especialmente es el llamado *balancín*, que antes del invento de la péndola servía para regular la marcha de los relojes, y solía llamarse antiguamente *libramentum*, *æquilibrium* y también *rastrum*, nombre, este último, que se refería á unos engranajes ó muescas en la extremidad de cada brazo (véase *w* en la fig. 447) para la colocación de las dos pequeñas pesas reguladoras. Como se ve, este antiguo regulador consistía sencillamente en una varilla vertical que descansaba en su parte inferior en un soporte, y se suspendía por la superior mediante un pequeño lazo; en una barrita horizontal, fija en la parte superior de la varilla, que sostenía en sus extremos dentados las pequeñas pesas referidas, cuya posición podía variarse, y, por último, en dos paletitas, *p* y *q*, fijas en la parte inferior de la varilla, de modo á formar entre sí cierto ángulo. Este balancín, pues, podía oscilar en

torno de su eje, ó sea la varilla vertical, y las pequeñas paletas *p* y *q* tenían por objeto engranar alternativamente en la rueda de corona *35*, impidiendo por un instante su rotación, que tendía á producir de continuo la pesa motriz, mediante la cuerda arrollada sobre un tambor. Tan luego como una de las paletas engranaba en la rueda, el impulso de ésta obligaba á la barra horizontal del balancín á oscilar en una dirección, y al girar la varilla, dicha paleta dejaba pasar un diente de la rueda; pero en este momento entraba en contacto con ésta la segunda paleta, impidiendo á su vez su movimiento, y la rueda obligaba entonces á la barra á oscilar en la dirección contraria. El vaivén del balancín se verificaba más despacio ó más de prisa, según que las pequeñas pesas se hallaban más apartadas ó más próximas del eje vertical; de modo que podía regularse la marcha del reloj corriendo dichas pesas sobre los brazos de la barra.

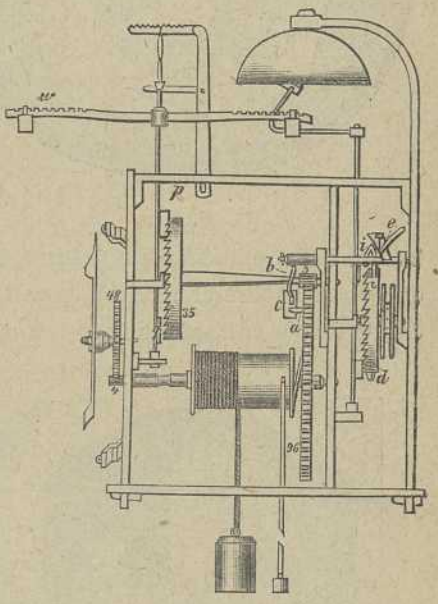


FIG. 447.
Mecanismo del antiguo reloj de Nurenberg.

La rueda de corona, en unión con el balancín recto, constituía lo que se llama hoy el *escape* del reloj; dicho mecanismo no es precisamente malo, puesto que llenó su objeto durante siglos; pero tampoco puede calificarse de bueno, toda vez que, merced á los golpes y el rozamiento á que da margen, no permite regular con mucha exactitud la marcha del reloj. Mas no tratemos con desprecio este antiguo escape; ha cumplido fielmente su misión, y si conociéramos á su inventor, cumpliríamos un deber coronándolo; basta recordar el hecho de que un reloj de hierro, provisto de dicho escape y que se construyó en Suiza el año 1348, ha funcionado desde entonces en el castillo de Dover (Inglaterra) hasta el año 1872, cuando, al cabo de cinco siglos, fué preciso sustituirlo por otro.

Pero durante el siglo XV, el balancín recto sufrió una importante modificación, que tuvo por consecuencia inmediata el *invento del reloj de bolsillo*.

Dicho regulador adolecía del defecto de que no oscilaba independientemente ó por impulso propio, sino que sus oscilaciones dependían de la acción de la rueda de corona sobre las paletas; es decir, que faltando el contragolpe de la rueda, el balancín hubiera seguido girando en una dirección hasta que el rozamiento lo hubiera parado. Es verdad que el balancín se hallaba suspendido por medio de un lazo de hilo (véase la fig. 447), cuya torsión hubiera puesto límites á la rotación en un sentido, determinando otra en dirección con-

traria después de cierto número de vueltas; mas como el balancín no estaba destinado á dar más de un tercio de vuelta próximamente en cada dirección, la torsión del lazo nunca pudo tener una influencia perceptible sobre la oscilación. Para remediar este defecto, cayóse en la cuenta de emplear un resorte que obrara sobre el eje del balancín, permaneciendo neutro en la posición media de éste y entrando en tensión cuando el balancín se volvía á la derecha ó á la izquierda. De este modo se había encontrado un medio de obligar al balancín á volver cada vez á su posición media, ó, en otros términos, á oscilar con regularidad.

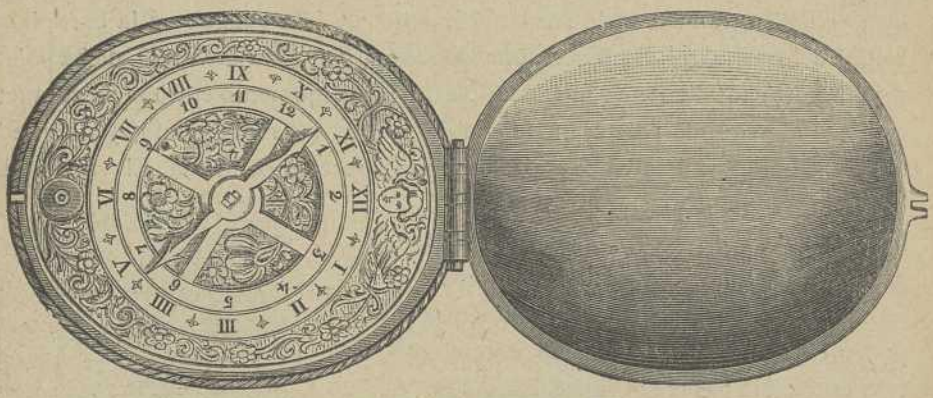


FIG. 448.—Reloj de bolsillo del siglo XVI.



FIG. 449.—Taller de relojería en Nurenberg (siglo XVI).

Este importante invento se aplicó, al parecer, sólo á los relojes de dimensiones relativamente pequeñas. Permitía regular el escape, sin necesidad de las pequeñas pesas en los extremos del balancín, puesto que la fuerza partía del resorte; y por consiguiente, pudo darse á aquél una forma más compacta y apropiada, convirtiéndolo en una rueda ó volante, forma que se ha conservado en los balancines de los relojes modernos. El resorte determinante de la oscilación podía, naturalmente, ser muy ligero para los relojes pequeños, y en la época de que hablamos, lo constituía una mera cerda. Por aquel entonces no existían relojeros propiamente dichos: ciertos astrólogos y astrónomos, es decir, hombres

de ciencia, se encargaban de la construcción de los grandes relojes de torre, etc.; mientras que la de los relojes de pesas más pequeños, que recibió un impulso notable después de la modificación del antiguo balancín, corría á cargo de los cerrajeros. La industria relojera se desarrolló primero en Nurenberg, donde buen número de cerrajeros hábiles se dedicó con preferencia á ella; y á uno de éstos, ó sea *Peter Henlein* (impropiamente llamado *Hele*), debemos la construcción del primer *reloj de bolsillo*, que tuvo lugar hacia el año 1500. Este reloj estaba provisto, naturalmente, de un balancín compendioso en forma de volante, que oscilaba á impulso de una cerda, y su motor fué un muelle espiral, que por primera vez vino á sustituir á las pesas y cuerdas, que, como se comprende, sólo podían aplicarse á relojes fijos. Henlein murió en 1542; pero ya en 1511 había perfeccionado su invento á tal punto, que sus relojes de bolsillo andaban cuarenta horas seguidas, y también sonaban (como refiere la crónica), "lo mismo cuando se llevaban en el pecho, como en el bolsillo.„ Su mecanismo se encerraba en una pequeña cápsula en forma de huevo, y pronto alcanzaron fama los llamados "huevos de Nurenberg„ (fig. 448). Durante el siglo XVI quedó constituído en esta ciudad el gremio de relojeros propiamente dichos, formado por cerrajeros, que abandonaron su primitivo oficio para dedicarse en exclusivo á la nueva industria; nuestra fig. 449, reproducción de un antiguo grabado de Jost Amman, ofrece la vista de un taller de relojería de dicha época.

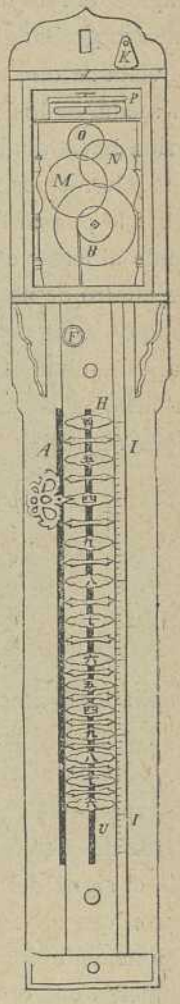


FIG. 450.
Reloj japonés.

Es digno de notar que el balancín modificado de que tratamos, se encuentra en los relojes de pesa japoneses de estilo antiguo, es decir, en los que se usaban antes de haber adoptado el Japón la medición europea del tiempo. La fig. 450 representa uno de estos relojes en la mitad del tamaño natural; *P* señala el balancín en forma de volante y cuyo resorte es una espiral; *O* es la rueda de corona del escape; los círculos *M*, *N*, etc., representan las ruedas dentadas del mecanismo, y *B* es el tambor en que se arrolla la cuerda que sostiene la pesa motora. Las horas no se señalan, como en nuestros relojes, por medio de una muestra circular y una aguja giratoria, sino mediante un indicador *A*, fijo lateralmente á la pesa motora, y que, á medida que ésta va bajando, se desliza delante de una serie de escuditos *H*, cada uno de los cuales tiene una seña particular. Puede variarse la posición relativa de dichos escuditos corriéndolos hacia arriba ó abajo en la ranura *U*, lo que se verifica según la estación del año, con arreglo á una escala, *I*, colocada á un lado. Cada quince

días cambia el jefe de la familia la escala colocando otra distinta, y corre los escuditos como corresponde; esta operación molesta es una consecuencia necesaria del uso de una medida de tiempo basada exclusivamente en los fenómenos naturales, y que haría muy difícil, como es fácil de comprender, el empleo de una muestra circular para marcar las horas. Tal como lo reproduce nuestro grabado, el reloj está arreglado para la estación del invierno, es decir, en vista de una noche larga y un día corto. Las cifras japonesas que se ven en medio de los 13 escuditos, se siguen en un orden particular, ó sea desde arriba hacia abajo, 6, 5, 4, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 9, 8, 7, 6, y cada uno de los espacios intermedios representa una sexta parte de la noche ó del día, medida desde la puesta ó la salida del sol. En el grabado, el indicador *A* se encuentra frente al tercer escudito, ó sea el de la cifra *4*, lo que significa que faltan todavía cuatro de aquellas divisiones (sextas partes), hasta la salida del sol; en tiempo de los equinoccios, es decir, de días y noches iguales, todas las divisiones equivalen á dos de nuestras horas; y, por consiguiente, en esas épocas del año las cifras de la muestra japonesa se relacionan con las nuestras del modo siguiente:

6 antes de salir el sol = las 6 de la tarde.
5 » » = las 8 de la tarde.
4 » » = las 10 de la noche.
9 antes de ponerse el sol = las 12 de la noche.
8 » » = las 2 de la mañana.
6 » » = las 4 de la mañana.

y así sucesivamente.

En el reloj en cuestión, las cifras de los escuditos no son números japoneses, sino caracteres simbólicos, propios de los animales que, en concepto de los japoneses, rigen las diferentes divisiones del tiempo, y corresponden á las constelaciones del antiguo zodíaco japonés, ó, mejor dicho, chino: así, por ejemplo, el signo del escudito superior es el de la gallina, que rige la división de 6 á 5; el que sigue es el del perro. Referimos esto para demostrar la ciencia que supone, en el fondo, la medición japonesa del tiempo y cómo se relaciona íntimamente con el movimiento de los astros, distando mucho todo esto de ser pueril y ridículo, como han supuesto algunos de nuestros "pozos de ciencia.„ Añadiremos, por último, que dicho sistema, que es en realidad el chino propiamente hablando, es más ó menos usual en todo el Asia Central, en Persia y el Asia Menor; su observación ha reclamado desde antiguo el empleo de medios especiales y escritos, y de aquí el que debamos el calendario á los pueblos asiáticos. Atribúyese al célebre abassida *Dagomari*, muerto en Florencia el año 1374, el mérito de haber escrito el primer calendario italiano, que llamó *taccuini*, transformando sencillamente la voz árabe y persa *taqvim*, que significa "calendario„.

A propósito de relojes astronómico-simbólicos, debemos consagrar en este sitio algunas palabras al célebre reloj de la catedral de Strasburgo. El año 1352 empezó la construcción, para dicha catedral, de un reloj de madera, muy notable para aquel tiempo, que se concluyó dos años después y se colocó en el crucero del Sur; pero al cabo de dos siglos se sustituyó por otro, mucho más perfecto é ingenioso, obra de los relojeros de Schaffhausen, Isaac y Josías *Habrecht*, que se inauguró en 1574 y dejó de funcionar en 1789. Este reloj se consideró con razón como una maravilla de la relojería, y no hubo al principiar este siglo quien se atreviera á componerlo; mas en 1838, el célebre relojero *Schwilgué*, de Strasburgo, emprendió la construcción de un reloj aún más ingenioso, que terminó en 1842, cuando se colocó en la catedral en sustitución del antiguo, que se trasladó á otro edificio para su conservación.

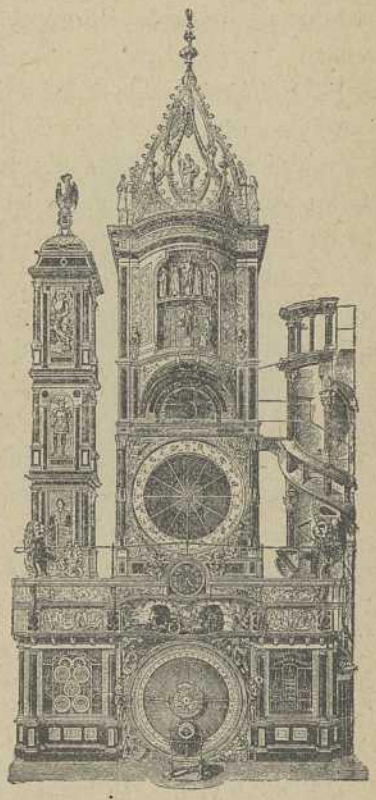


FIG. 451.
Reloj de la catedral de Strasburgo.

El reloj de Schwilgué (fig. 451), cuya forma, tamaño y disposición general son próximamente iguales al de los hermanos Habrecht, se compone de tres cuerpos, á manera de torres alzadas sobre una base rectangular; el cuerpo central, con la base, mide 14 metros de altura, y se puede penetrar en él por medio de una escalera de caracol que constituye el cuerpo de la derecha; mientras que el de la izquierda contiene las cuerdas y pesas correspondientes á determinados mecanismos. Al pie del reloj, delante de su base, se ve una gran esfera, en cuya superficie están representadas más de 5.000 estrellas en 110 constelaciones, y que completa una rotación en un día sidéreo, que es 3 minutos y 56 segundos más corto que el día solar; señala también este globo los fenómenos de la precesión, ó sean los equinoccios, cuyos puntos sufren anualmente un retraso sobre la eclíptica equivalente á 50,2 segundos. Detrás de dicha esfera se halla un calendario perpetuo, en forma de una gran muestra circular de 3 metros de diámetro, sobre la cual una figura de Apolo señala el día, ó sea la fecha del año y mes; un disco más pequeño, en el centro del calendario, indica el curso del sol y la luna, así como sus eclipses. En la base del reloj, á derecha é izquierda del calendario, se encuentran los mecanismos indicadores de las ecuaciones solares y lunares, y del cómputo eclesiástico (nú-

meros anual y áureo, letras dominicales, epacta, pascua, etc.); mientras que por dos aberturas que se ven encima del calendario, salen y entran durante cada semana, pasando sobre la cornisa, siete carros con figuras mitológicas: el domingo, Apolo; el lunes, Diana; el martes, Marte, etc. En medio de la parte superior de la base, y delante de la llamada galería de los leones, por la que pueden circular las personas, está la gran muestra ú horario del reloj, á un lado del cual la figura de un genio señala los cuartos de hora golpeando una campana, mientras que en el lado opuesto otro genio vuelve cada hora un reloj de arena.

El tercio inferior de la torre, ó cuerpo central del reloj, está ocupado por un gran planetario; sobre éste, en un gran nicho ó hueco abovedado, se ve una esfera que reproduce las fases de la luna. Más arriba se encuentran á la vista las dos campanas principales del reloj: entre ellas está una figura de la Muerte, que da las horas golpeando la campana mayor con un hueso, mientras que cada quince minutos salen por dos aberturas laterales otras figuras, para dar los cuartos de hora en la campana menor. Inmediatamente sobre la figura de la Muerte se levanta, en otra división de la torre, la de Cristo, delante de la cual, y á las doce del día, desfilan las figuras de los Apóstoles, recibiendo la bendición, á la vez que canta el gallo colocado en lo alto de la torre á la izquierda. Por último, forma el remate de la torre central una especie de cúpula con figuras de los Evangelistas entre adornos arquitectónicos.

Primeros relojes de péndola.—Ya en la Edad Media se servían los astrólogos de la péndola para ciertas mediciones limitadas de tiempo, pues habían observado que, con amplitudes moderadas, sus oscilaciones tienen una duración bastante igual. Se concibe, pues, que dichos sabios se esforzaran por aplicar la péndola á regular la marcha de los relojes, en vez del antiguo balancín; pero el primero que lo consiguió fué *Galileo*, y no Huyghens, como algunos suponen, el cual resolvió el problema más tarde y de otra manera.

Galileo inventó su escape de péndola el año 1641, construyéndolo de la manera que muestra la fig. 452. *A* señala la péndola, y *E* la rueda del escape que, mediante el mecanismo de la cuerda y pesa, giraba siempre de izquierda á derecha, es decir, en el sentido de las agujas de nuestros relojes. Paralizaba momentáneamente este movimiento de la rueda un fiador, *C*, engranando en las muescas de su periferia; pero al oscilar la péndola hacia la izquierda, su brazo *B* levantaba dicho fiador, dejando la rueda en libertad; seguidamente una de las pequeñas clavijas, dispuestas lateralmente en torno de la rueda, daba contra otro brazo, *D*, de la péndola, determinando la oscilación de ésta hacia la derecha, con lo cual bajaba nuevamente el fiador *C*, paralizando la rueda en cuestión. Semejante juego seguía mientras funcionaba la cuerda con la pesa. El principio mecánico de este escape es tan sencillo y eficaz, que se aplica desde el siglo pasado, aunque en una forma más perfecta, para

regular los cronómetros; pero en el siglo XVII no halló aplicación en la práctica, sin duda porque Galileo, muy enfermo ya, no pudo ocuparse en su propaganda.

El año de 1656, y sin tener conocimiento del invento de Galileo, el célebre físico holandés *Huyghens* construyó otro escape de péndola, que reproducimos en la fig. 453. En este mecanismo se conserva la rueda de corona, *c*, de los relojes antiguos de balancín; pero en vez de actuar sobre un balancín, la rueda, en este caso, y por medio de la varilla de paletas *d*, transmite su movi-

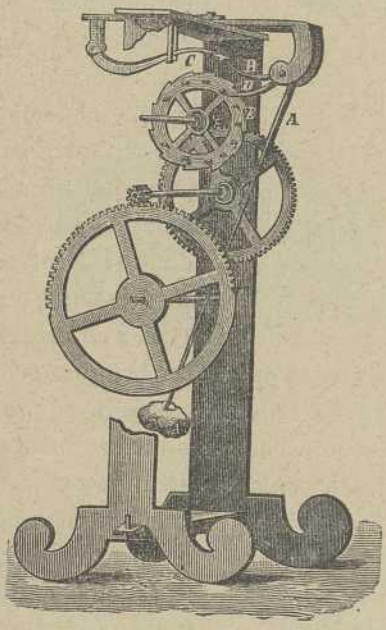


FIG. 452.—Escape de péndola de Galileo.

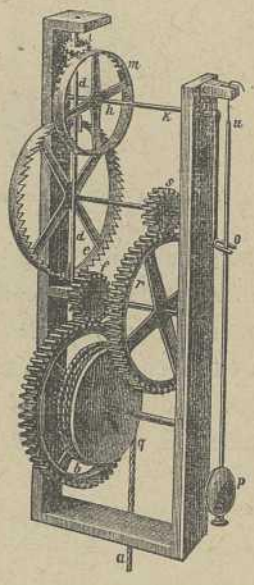


FIG. 453.—Escape de péndola, de Huyghens.

miento á otra rueda *m*, parcialmente dentada, imprimiéndole una oscilación que se transmite á la péndola *p*, mediante el eje *k* y el brazo *n o;* este último contiene al efecto una horquilla que abraza la varilla de la péndola.

Con el cuidado que puso en la construcción de dicho escape, y regulando las diferentes ruedas con la pesa, Huyghens proporcionó á sus contemporáneos un reloj muy útil; pero su uso estaba naturalmente limitado hasta cierto punto, pues la buena marcha de un reloj de péndola supone, ante todo, la colocación fija de él. Este hecho, y la necesidad que por entonces se hizo sentir de aplicar el reloj á los usos náuticos para determinar la longitud geográfica, hicieron que Huyghens dedicara también su atención á perfeccionar el reloj de balancín, cuya construcción dejaba todavía bastante que desear.

Mejoras en el reloj de balancín.—Lo principal que hizo Huyghens para mejorar este reloj, fué sustituir el resorte original de Henlein, que era una

simple cerda y no resistía á las influencias atmosféricas, por una espiral de acero hecha con exactitud y esmero. Este importante adelanto no representa en verdad ningún principio nuevo, pero sí una mejora técnica considerable, que se introdujo desde luego en los relojes destinados á la marina. La fig. 454 reproduce el mecanismo perfeccionado de Huyghens, según un grabado de la época: *C D* señala el balancín en forma de volante, y *H* la espiral de acero que determina su oscilación, hallándose fija por un extremo en el punto *G;* además se ve en este grabado la rueda auxiliar *S R*, que Huyghens había introducido en su reloj de péndola (compárese la fig. 453, *m*); pero en lugar de hallarse las paletitas del escape en el eje *T E* del balancín, se encuentran en el eje de la rueda *S R*, que no aparece en la figura correspondiente. El invento de que tratamos lo realizó Huyghens el año 1665, y parece ya fuera de duda que el inglés Hooke llevó á cabo una mejora análoga siete años antes, es decir, en 1658. En este lugar conviene que nuestros lectores se familiaricen un poco con un mecanismo completo de reloj, á cuyo efecto les ofrecemos en esquema, en la fig. 455, uno de los más sencillos. El movimiento lo determina el resorte espiral *A*, cuyo extremo exterior está sujeto á la armadura, mientras que el interno se halla fijo al eje de la carraca *B*. Sobre este eje tenemos la rueda dentada *C*, que puede girar por sí, independientemente de dicha carraca, pero que lleva un fiador que encaja en las muescas de la misma; si por medio de una llave que ajusta sobre el extremo libre del eje en cuestión y asoma por el agujero *T* de la muestra, se da vueltas hacia la derecha, es decir, si se da

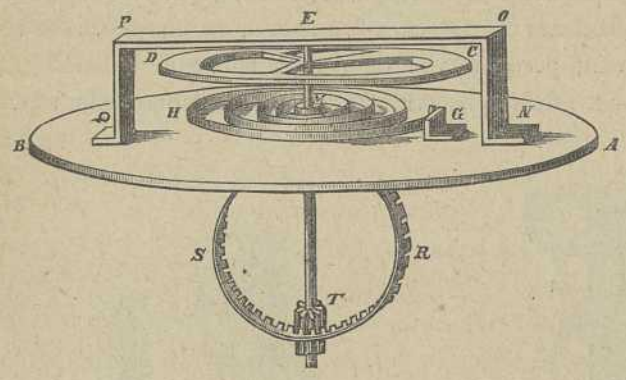


FIG. 454.—Escape de balancín, perfeccionado por Huyghens.

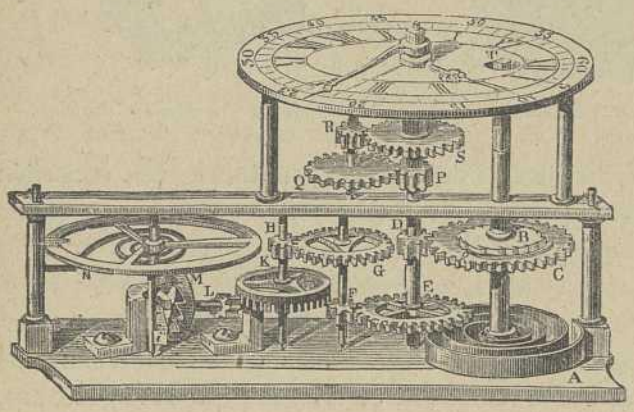


FIG. 455.—Mecanismo de reloj con escape de balancín ó volante.

cuerda, como vulgarmente se dice, el fiador deja girar la carraca *B* en dicho sentido, pero impide que vuelva hacia atrás bajo el impulso de la elasticidad del resorte *A*, á menos que lleve consigo la rueda dentada *C*. Esto es, en efecto, lo que sucede; pues bajo la tensión de dicho resorte, la rueda *C* gira de derecha á izquierda, y como engrana en el piñón *D*, hace girar á éste, y por su medio al eje del minutero, en la dirección contraria, esto es, de izquierda á derecha; al mismo tiempo, y mediante los piñones y ruedas *P*, *Q*, *R* y *S*, gira también doce veces más despacio el eje que lleva la aguja de las horas; este eje es un tubo corto, en cuyo extremo interior está sujeta la rueda *S*, y á través del cual pasa la parte superior del eje del minutero. Desde este eje se transmite también el movimiento al escape, merced á los piñones y rue-

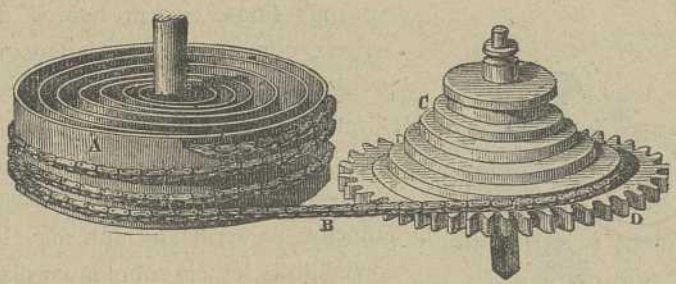


FIG. 456 —Barrilete y caracol.

das *E*, *F*, *G*, *H*, *K*, *L*, el eje de cuyo último sostiene la rueda de corona *M*, que obra de la manera descrita anteriormente sobre el eje del balancín *N*.

En los primeros relojes movidos á impulso de un resorte espiral, como el que acabamos de describir, el escape estuvo expuesto á una dura prueba; pues hallándose dicho resorte en completa tensión, es decir, cuando se acababa de dar cuerda, actuaba con una fuerza tres ó cuatro veces mayor que cuando estaba distendida ó corrida, y el escape no podía compensar del todo una irregularidad tan grande en el efecto de la fuerza motriz. Fué, pues, necesario inventar un nuevo medio de compensación, y después de probar diferentes modos de enfrenar el resorte, hubo de aplicarse al reloj un mecanismo empleado ya eficazmente en los asadores giratorios, es decir, el barrilete y el caracol que representa la fig. 456. En este mecanismo el resorte espiral se halla colocado en una cajita circular *A* (barrilete), sujeto su extremo exterior á la pared interna de la misma; sobre este barrilete se arrolla una cadenita *B* (al principio era una cuerda de guitarra) sujeta, naturalmente, por un extremo al mismo, mientras que el extremo opuesto se halla enganchado en la base de un tambor cónico, dispuesto á un lado del barrilete, provisto de una vía en caracol, *C*, y unido á la rueda principal *D*, ó sea la que en la fig. 455 se señala con la letra *C*. Al dar cuerda al reloj, haciendo girar, mediante la

llave, la rueda *D* con el caracol, la cadenita hace girar al barrilete *A*, arrollándose al mismo tiempo sobre la vía en caracol, desde abajo hacia arriba, de modo que va disminuyendo la circunferencia de sus vueltas á medida que aumenta la tensión del resorte espiral. Por consiguiente, cuando se ha acabado de dar cuerda, la fuerza de tracción de la cadenita se halla aplicada á la parte superior del caracol, ó sea al extremo del radio más corto; pero á medida que durante la marcha va disminuyendo la tensión del resorte y se va desarrollando la cadenita sobre el caracol (arrollándose en cambio sobre el barrilete), aumenta gradualmente el largo de la palanca representada por dicho radio, y queda así compensada aquella disminución. En la actualidad, y dadas las mejoras introducidas en la construcción del escape, se ha podido prescindir del caracol en muchos relojes; pero todavía se aplica con ventaja á los de balancín más finos. Según hemos dicho más arriba, con el antiguo balancín recto se podían regular las oscilaciones, y por ende la marcha del reloj, variando la posición de las dos pesitas que llevaba aquél en sus brazos; en los relojes de péndola dicha regulación se verificaba aún más fácilmente, corriendo la lenteja sobre la varilla. Pero con el balancín de volante el problema fué más difícil de resolver, y se tardó mucho tiempo, después de muerto Huyghens, en adoptar el medio, hoy universalmente en uso, que consiste en alargar ó acortar, según el caso, la espiral que determina la duración de las oscilaciones del volante. Nuestros lectores habrán tenido ocasión de adelantar ó retrasar, como se dice, sus relojes de bolsillo, corriendo á un lado un pequeño indicador ó aguja que se encuentra inmediatamente sobre el balancín; y habrán notado, acaso, que el brazo más corto de dicha aguja tiene en su parte inferior una pieza finísima, ó dos diminutas clavijas, que abraza la espiral y que, según que se corra á un lado ú á otro, acorta ó alarga necesariamente su parte libre. La fig. 457 representa este mecanismo en una forma más perfecta que la que se estila en los relojes ordinarios: el indicador *D* no obra directamente sobre la espiral, sino mediante un piñón y una cremallera de arco, en cuya parte interna se halla el brazo *A*, que sujeta la espiral en *B*. Este sistema permite regular las oscilaciones del balancín con mayor exactitud que en el método directo ordinario; pero en ambos casos el efecto es esencialmente el mismo: el extremo exterior de la espiral se halla sujeto de un modo permanente en *C*, y se trata no más que de poder variar este punto fijo, acortando más ó menos la espiral; el brazo *A* llena este requisito, sujetando la espiral en un punto *B*, de modo que la parte entre *B* y *C* no interviene en las oscilaciones. Los relojeros regulan un reloj

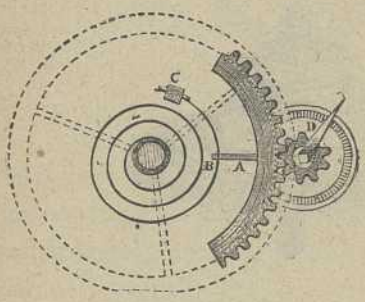


FIG. 457.—Regulador del volante.

corriendo un poco el indicador referido á un lado ú otro, y comparando las oscilaciones del balancín ó volante en cuestión con las de un reloj normal.

Perfeccionamiento del reloj de péndola.—Volviendo al reloj de péndola, tenemos que señalar la invención de un escape que pronto vino á sustituir al de Huyghens: nos referimos al llamado de gancho, cuyo invento se atribuye por algunos al físico inglés *Hooke*, en 1680, y por otros al relojero *Clement*, de Londres; suele llamarse simplemente "gancho de Clement,„ y la fig. 458 lo reproduce en su forma más sencilla. Mientras en el escape más antiguo y en el de Huyghens el eje de la rueda de corona ó de escape está dispuesto perpendicularmente al de la varilla de paletas, en el invento que nos ocupa ambos ejes (figura 458, *d* y *c*) son paralelos entre sí, y hacen las veces de las paletas los dos ganchitos *a b* de la pieza *a b c*, la cual se halla en combinación con la péndola, oscilando con ella, y la amplitud de la oscilación de las puntas de los ganchos está indicada aproximadamente en *a* por las líneas punteadas. En nuestro grabado, un diente de la rueda de escape se halla apoyado contra la parte exterior del gancho *a;* al elevarse éste, á impulso de la péndola, franquea el paso á dicho diente y la rueda gira en la dirección de la flecha; pero seguidamente el diente *e* tropieza con el gancho *b*, y la marcha de la rueda se detiene un momento. Durante la oscilación contraria se eleva el gancho *b*, dejando pasar el diente *e*, y en seguida el diente *f* tropieza á su vez con el gancho *a*, y así sucesivamente. Debemos observar, además, que á consecuencia de la curvatura especial de los ganchos, cada vez que bajan éstos obligan á la rueda á retroceder un poquito; por lo mismo semejantes escapes se llaman de retroceso, pertenecienno á la clase antigua de paletas.

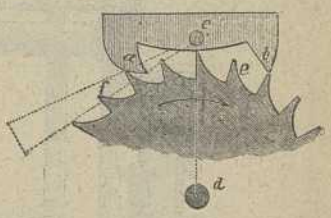


FIG. 458.—Gancho de Clement.

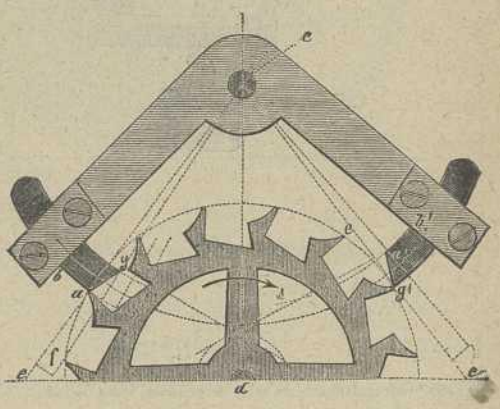


FIG. 459.—Escape de áncora, de Graham.

En los relojes de construcción ordinaria no es perjudicial dicho retroceso, antes por el contrario, ofrece ciertas pequeñas ventajas, por lo que el escape de gancho se emplea mucho; pero para los relojes de construcción más esmerada, el indicado retroceso es un inconveniente, que fué preciso obviar. Esto se logró por medio del *escape de áncora*, inventado por *Graham*, de Londres, hacia el año 1710, y que se halla representado en la fig. 459, aunque en una forma más moderna. El gancho de Clement abraza tres dientes

y medio de la rueda de escape; si se aumenta este número, ó sea el espacio intermedio, el principio del mecanismo no varía, pero la forma del gancho se aproxima á la de un ancla. Esta modificación, empero, permitió á Graham la formación especial de las puntas del áncora, con arreglo al objeto que se proponía, dándoles una superficie de intercepción, *a b*, *a' b'*, y otra llamada de elevación ó empuje, *a g*, *a' g'*. Las superficies de intercepción están cortadas concéntricamente al eje *c* del áncora, de modo que los dientes de la rueda descansan no más que en ellas; mientras que, merced al corte de las superficies de elevación, combinado con el de dichos dientes, las puntas de éstas, al deslizarse sobre aquéllas, ejercen cierto empuje sobre el áncora, acelerando su oscilación, y por ende la de la péndola; es decir, en suma, que por este medio la rueda de escape devuelve cada vez á la péndola la fuerza viva que pierde en virtud del rozamiento. En nuestro grabado, las puntas ó ganchitos del áncora aparecen constituídos por piezas separadas, atornilladas al mismo, y en los relojes más finos suelen ser de ágata ó de una piedra preciosa y muy dura para evitar su desgaste; en relojes más ordinarios, el áncora con sus ganchitos está hecha de una sola pieza de acero.

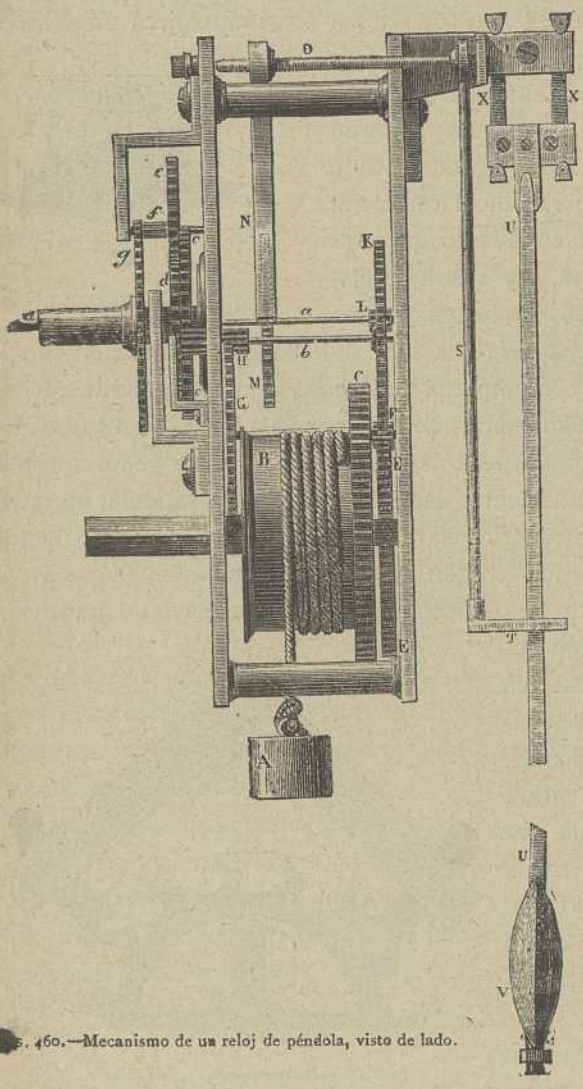
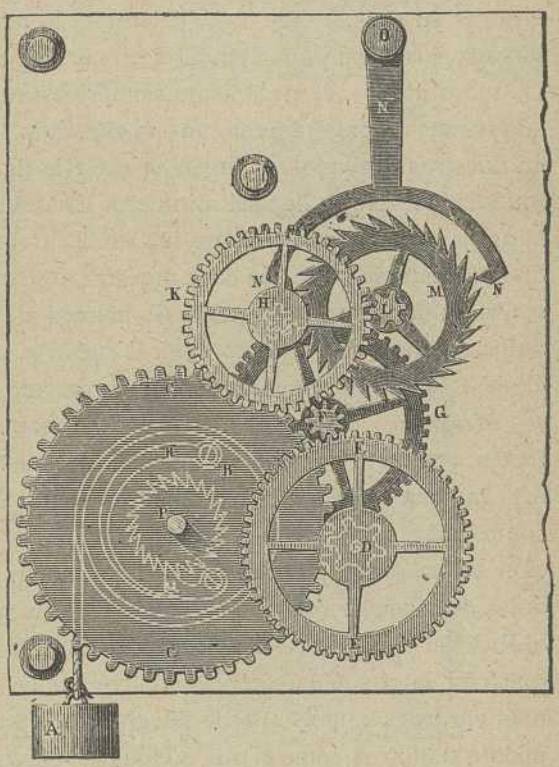


Fig. 460.—Mecanismo de un reloj de péndola, visto de lado.

Tal es el caso en el reloj de péndola cuyo mecanismo muestran de lado y de frente las figuras 460 y 461, y que vamos á describir sucintamente. El motor es la pesa *A*, suspendida en una cuerda que se arrolla en torno del tam-

bor *B*. Éste está sostenido por el eje de la rueda *C*, sin hallarse sujeto á él, pero sí unido á la rueda misma mediante una carraca (como indica la fig. 461), de manera que sólo puede girar independientemente en una dirección, ó sea la en que la cuerda se arrolla. El arrollamiento, ó sea la operación de dar cuerda, se verifica por medio de una llave que se adapta al extremo libre, cuadrado y sobresaliente del eje que sostiene el tambor; y durante dicha operación todo el mecanismo, salvo el tambor, permanece quieto. Empero, cuando la pesa actúa libremente sobre el tambor, la rueda *C*, en virtud de la carraca referida y su respectivo fiador, resulta arrastrada también, y con ella todas las demás ruedas del mecanismo; su movimiento sería bastante rápido, y la cuerda quedaría pronto desarrollada completamente, si no fuera por la péndola, que determina una marcha regular y pausada. Desde la rueda *C* el movimiento se transmite en primer lugar á la rueda *E*, mediante el piñón *D* que se halla fijo al eje de la misma; merced á cuya disposición *E* gira mucho más rápidamente que *C*. De igual manera, es decir, mediante los piñones respectivos, el movimiento se transmite sucesivamente á las demás ruedas del mecanismo, cada vez con mayor aceleración: la rueda *E* engrana en el piñón *F* (véase la figura 461) haciendo girar la rueda *G;* ésta engrana en el piñón *H*, determinando el movimiento todavía más rápido de *K*, la cual á su vez, y por medio del piñón *L*, hacer girar á *M*. Esta última rueda, que gira más rápidamente que todas, es la rueda de escape que, con sus dientes oblicuos, se encuentra entre los ganchitos *N N* del áncora, la cual se halla sujeta superiormente al eje *O* (véase la fig. 460) que atraviesa la platina posterior de la armadura y sostiene en este extremo la varilla de guía *S* para la péndola. Ésta se halla suspendida con independencia á una pieza saliente de la armadura, mediante su propia vara *V* y dos laminitas de acero *X X* (pedazos de resorte), que se doblan en uno y otro lado al compás de las oscilaciones;



F.G. 461.—Mecanismo de un reloj de péndola, visto de frente.

más abajo, pasa la vara de la péndola por entre las dos ramas de la horquilla *T* que constituye el remate de la varilla de guía *S*, y este punto *T* es el único donde el mecanismo del reloj y la péndola se hallan en contacto ó comunicación.

El efecto recíproco de dichas dos partes consiste, pues, en que la péndola enfrena, digámoslo así, al mecanismo de ruedas, obligándolo á marchar pausadamente, diente por diente; mientras que por su parte este mecanismo mantiene la péndola en movimiento, merced á los ligeros impulsos que le da mediante la varilla de guía. La péndola oscila con tanta más lentitud, cuanto más larga es su vara, y este largo determina la relación entre las velocidades de las diferentes ruedas, y, por tanto, el número de dientes que cada una debe tener. De todos modos, el mecanismo siempre está dispuesto de manera que una de sus ruedas dé precisamente una vuelta cada hora; ésta es la señalada con *K* en nuestros grabados, y su eje *a* (véase la fig. 460) se prolonga á través de la muestra del reloj y lle vael minutero. El movimiento (doce veces más lento) de la aguja de las horas, se logra mediante un sistema de piñones y ruedas, situado inmediatamente detrás de la muestra, ó sean *c*, *d*, *e*, *f*, *f* y *g*, *g* (fig. 460), que recibe su impulso de la rueda *G*, merced al piñón *H;* el eje que sostiene la aguja de horas es un tubito fijo á la rueda *g*, por cuyo centro pasa libremente el eje *a* del minutero, como indica claramente el grabado.

Mecanismo de campana.—Los relojes como el que acabamos de describir tienen, por regla general, además del mecanismo de las agujas, otro destinado á la campana, ó sea á hacer sonar las horas. Semejante mecanismo es bastante complicado, como luego veremos; mas no por esto debe creerse que su invención es moderna, pues en realidad se habían ideado mecanismos de campana antes de construir relojes de pesas; el célebre reloj de agua que regaló Harun-al-Raschid á Carlomagno, contenía un mecanismo de sonar. El hecho es que, con determinadas fuerzas, el inventar mecanismos para los movimientos más varios es empresa desde luego más fácil que la de producir un movimiento uniforme como el que supone la marcha de un reloj. Los primeros relojes de bolsillo, construídos por Henlein á principios del siglo XVI, tenían un mecanismo de campana ó de repetición, como ahora se dice, lo que supone seguramente un trabajo muy delicado, mientras que su balancín ó escape ofrecía aún muy poca seguridad; y en la misma época, los relojes de mesa y de torre marchaban todavía con el antiguo cuanto deficiente balancín recto. No nos puede extrañar tampoco que, medio siglo más tarde (1557), el emperador Carlos V, en su retiro de Yuste, se esforzase en vano para regular la marcha de sus relojes de balancín recto, mientras que funcionaban en los mismos todo género de mecanismos, moviendo figuritas, haciendo cantar gallos, etc., como en el reloj de la catedral de Strasburgo. Y es que por entonces faltaba todavía la péndola, cuya aplicación al reloj tuvo lugar un siglo después de los infructuosos ensayos de dicho Emperador.

Entre los diferentes mecanismos de campana para relojes, los principales y más comunmente empleados son los llamados alemán é inglés: el primero, que se aplica por lo general á los relojes de torre y de pared, da las horas y medias horas, y también los cuartos, á impulso de la fuerza motriz; el segundo, ó sea el mecanismo inglés, ó de repetición, da las horas, medias y cuartos, no sólo á impulso de dicha fuerza (pesa ó resorte) y en los momentos debidos, sino asimismo en cualquier momento é impulsado por la mano de una persona desde el exterior; este mecanismo de repetición suele aplicarse á los relojes de pared y de mesa de construcción más esmerada, ó fina y también á los de bolsillo, siendo muy cómodo, para saber la hora de noche en un instante cualquiera, sin necesidad de luz. Los dos mecanismos son bastante complicados, razón por la cual nos limitaremos á describir la construcción alemana más sencilla, tal como se aplica á los relojes ordinarios de pared.

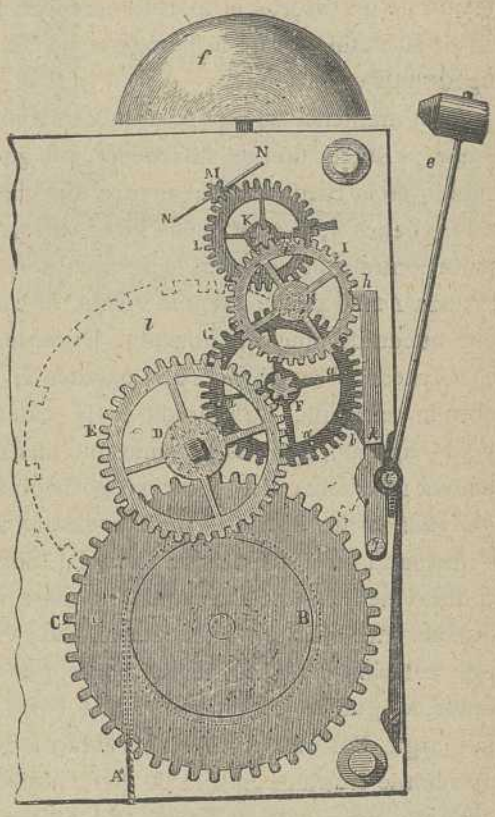


FIG. 462.—Mecanismo de campana.

Este mecanismo, que reproducimos en la fig. 462, ocupa una división especial en el reloj, y tiene su motor propio, consistente en pesa y cuerda, que entra en acción en determinados momentos, á impulso del mecanismo de las agujas. Mediante la cuerda *A*, la pesa (que no se ve en el grabado) ejerce un tiro sobre el tambor *B*, que se halla unido á la rueda *C* por una carraca, de la misma manera que el tambor de las agujas (compárese la fig. 461). Desde la rueda *C* se transmite el movimiento al piñón *D* de la rueda *E*, propagándose con velocidad cada vez más acelerada, de piñón á rueda, en el orden señalado por las letras *E*, *F*, *G*, *H*, *I*, *K*, *L* y *M*; el eje del piñón *M* tiene dos paletas metálicas, *N N*, constituyendo el llamado volante de campana, que, en el momento en que funciona el mecanismo, gira con gran velocidad, dando de quince á veinte vueltas por segundo. Merced á esta rotación rápida se produce una resistencia atmosférica que basta para regular la marcha, y por consiguiente el volante en cuestión es el regulador del mecanismo de campana. Mientras

funciona este mecanismo, las pequeñas clavijas *a a*, fijas lateralmente en torno de la rueda *G*, entran sucesivamente en contacto con la palanca *b*, levantándola un poco y luego dejándola en libertad; *c* es el eje de rotación de dicha palanca, y sobre él se halla sujeta la varilla elástica del martillo *e*. En su posición de descanso, este martillo no toca á la campana *f;* cuando se levanta la palanca *b* á impulso de una de las clavijas *a*, la cabeza del martillo se aleja todavía más de la campana; pero al caer nuevamente la palanca, mediante la presión de un resorte, el martillo se lanza hacia adelante merced á la elasticidad de su varilla, hiere la campana y se aleja nuevamente de ella, á fin de no impedir sus vibraciones.

Para mantener en reposo el mecanismo de campana mientras no deba funcionar, se sujeta una de las ruedas que giran más rápidamente. Al efecto, en un lado de la rueda *I* se encuentra una clavija, *i*, que tropieza contra la cabeza de la palanca *h*, la cual puede girar en torno del punto *g*, y se apoya generalmente contra un resorte. Si la palanca se retira y se suelta otra vez en seguida, la rueda *I* sólo puede dar una vuelta, al cabo de la cual el mecanismo de campana queda de nuevo paralizado. Durante dicha vuelta, una de las clavijas *a* de la rueda *G* actúa sobre la palanca *b*, determinando un golpe del martillo sobre la campana. La retirada de la palanca *g h* la determina el mecanismo de las agujas, tan luego como ha pasado una hora; mas para que dicha palanca no vuelva á recobrar su posición normal después de cada golpe, y sí sólo cuando ha sonado en cada caso el número correspondiente de horas, es necesaria otra disposición especial. Sobre el eje de la rueda *E* se halla fijo un disco metálico *l*, relativamente grande, cuya periferia contiene entalladuras situadas una de otra á distancias cada vez mayores, en dirección opuesta á la de rotación del disco; dicho borde, pues, queda dividido en doce partes salientes desiguales, de las que la más corta se halla cerca inmediatamente de la más larga. Por otra parte, en la palanca de parada se encuentra una cuña, *k*, cuyo borde engrana en una de las entalladuras del disco *l*, cuando el mecanismo de campana está parado. Al retirarse dicha palanca, á impulso del mecanismo de agujas, empieza á funcionar el de campana, girando el disco en cuestión; una parte saliente de su periferia se desliza debajo de la cuña *k* é impide el retroceso ó la caída de la palanca hasta que llega bajo *k* la entalladura más próxima; al engranar la cuña en ésta, el extremo *h* de la palanca corta el paso á la clavija *i* de la rueda *I*, y el reloj deja de sonar. Se comprende fácilmente que, cuanto mayor es la distancia entre dos entalladuras consecutivas del disco *l*, tanto más tiempo transcurre y tantos más golpes de martillo recibe la campana. En efecto, las divisiones de dicho disco están calculadas de manera que la más corta sólo da lugar á un golpe, mientras que la más larga permite doce golpes. La rueda *E* y el disco giran lentamente, pues durante el trascurso de doce horas sólo completan una vuelta; desde la una hasta las

doce el martillo da setenta y ocho golpes, y por consiguiente, la rueda *I*, que da una vuelta entera por cada golpe, tiene que girar setenta y ocho veces en el mismo espacio de tiempo.

Nuevos progresos relativos al reloj de balancín.—Al lado del reloj de péndola, y por la misma época, es decir, á fines del siglo XVII, se perfeccionó también el de balancín. Así como, según dijimos más arriba, en el escape de gancho se hicieron paralelos los ejes del áncora y de la rueda de escape, se probó hacer lo propio con el balancín, y en 1695 resolvió *Tompión* el problema inventando el llamado *escape de cilindro*, al que Graham dió después la forma que ha conservado hasta hoy, y que reproducimos, en escala aumentada, en la fig. 463.

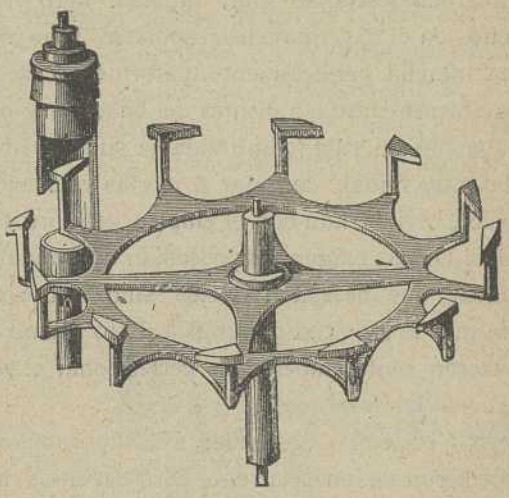
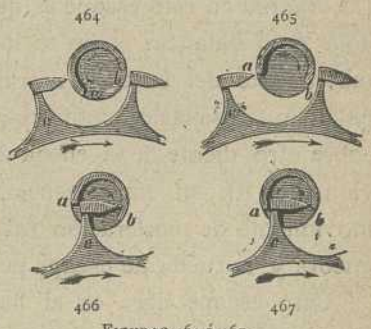


FIG. 463.—Escape de cilindro.

En rigor, no es este mecanismo otra cosa que un escape de áncora, en el cual el áncora misma sólo abraza un diente de la rueda. La superficie externa de los ganchos del áncora de Graham ya descrita (véase fig. 459, *a b*), está representada en el nuevo escape por la superficie externa del cilindro hueco, mientras que la interna de éste equivale á la interna de aquéllos, ó sea *a' b'* en la figura citada; por otra parte, las superficies de elevación de los ganchos del áncora, es decir, *a g* y *a' g'*, están representadas por los bordes de la parte abierta del cilindro, que en el lenguaje técnico se llaman "labios„.



FIGURAS 464 á 467.
Acción del escape de cilindro

Las figuras 464 á 467 indican la acción del escape que nos ocupa: en la primera, que representa una parte del balancín al final de una oscilación, su movimiento se paraliza por el contacto del diente *c* con la superficie externa del cilindro. En la fig. 465, cuando el balancín empieza á oscilar en la dirección opuesta (hacia la derecha), el diente *c*, libre de todo obstáculo merced al giro del cilindro, recibe, al deslizarse delante del labio *a*, un ligero empuje ó impulso que favorece la oscilación. Cuando llega el balancín al final de ésta, según indica la fig. 466, vuelve el cilindro á paralizarlo, oponiendo al diente su superficie interna; y al iniciarse de nuevo la oscilación hacia la iz-

quierda, recibe dicho diente el impulso correspondiente al deslizarse por delante del labio *b*.

El escape de cilindro llegó á construirse durante el siglo pasado con mucha exactitud, y el hecho de aplicarse todavía á gran número de relojes de bolsillo, demuestra su gran utilidad. Pero no respondía entonces (y mucho menos en el día), ni podía responder, á las exigencias de aquellos para quienes una marcha perfectamente uniforme era de suma importancia. En efecto, el rozamiento entre los dientes del balancín y el cilindro, aun cuando éste se formaba con un rubí (como todavía sucede á veces, tratándose de relojes de bolsillo muy finos), da lugar á ciertas vacilaciones y perturbaciones, que no es posible evitar, aun con el empleo del barrilete y caracol y otros medios conocidos. Dichas exigencias procedían de los astrónomos, y aún más de los navegantes, que necesitan relojes sumamente exactos para poder determinar en alta mar la longitud geográfica. Esto último fué el motivo por qué los ingleses pusieron tanto empeño en perfeccionar el reloj; empeño en que les siguieron de cerca los franceses.

No podemos descender á los pormenores de todos los inventos que se sucedieron en este terreno, pero debemos mencionar los principales. Al cabo de muchos desvelos, el relojero inglés *Harrison* logró construir, en 1761, un reloj para la marina, que después de un viaje oceánico muy tempestuoso de seis meses, sólo mostró una variación de minuto y medio; en su vista, el Gobierno le concedió un premio de 10.000 libras (250.000 pesetas). *Fernando Berthoud*, de París, siguió con buen éxito el ejemplo de Harrison. Hacia el año 1790, inventó el relojero inglés *Mudge* el llamado *escape de áncora libre* para relojes de balancín, que ha tenido desde entonces gran aceptación para los relojes más finos, y que reproduce la fig. 468 en una forma perfeccionada. Lo original en este escape es que el áncora *e* no sostiene directamente la péndola ó el balancín como en los escapes anteriores, sino que sólo acelera el movimiento del balancín *a b*, mediante la pieza adicional *c;* al emprender el balancín la oscilación contraria, toma el áncora su segunda posición, actuando sobre otro diente de la rueda de escape con su segundo gancho, y así sucesivamente. En su consecuencia, el balancín oscila libremente después de cada movimiento de aceleración (de donde el nombre del escape), y entretanto el áncora y la rueda de escape permanecen quietas.

Otro escape libre es el llamado de *cronómetro*, que inventó el francés *Jullien le Roy*, á mediados del siglo pasado, y se perfeccionó á fines del mismo por los ingleses *Arnold* y *Earnshaw*, y después, en nuestros días, por los alemanes *Juergensen* y *Martens*. La fig. 469 representa el escape de cronómetro en una de sus formas más usuales; y es digno de notar que, en esencia, este mecanismo es igual al escape de péndola de Galileo (compárese la fig. 452). La rueda de escape resulta detenida por el fiador *A B*, mediante el botón *C*,

mientras el balancín *f* oscila hacia la derecha, y hasta que, en la oscilación contraria, ha vuelto á la posición que tiene en el grabado; entonces el diente *a*, unido al eje del balancín, levanta el fiador por medio del resorte *F E D;* la rueda de escape se pone en movimiento, su segundo diente detrás de *C* alcanza el borde de la entalladura *i* del disco *G*, sujeto al balancín, acelerando de paso la marcha de éste, y en seguida el primer diente detrás de *C* entra en contacto con este botón, paralizándose otra vez la rueda. En la oscilación contraria (en la dirección de la flecha *f*), el diente *a* se desliza sobre el resorte *D, E, F*, que le cede el paso en virtud de su elasticidad. En este escape, pues, el balancín no recibe la aceleración al cabo de cada media oscilación, cual sucede en

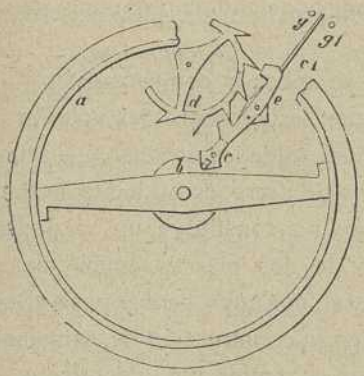


FIG. 468.—Escape del áncora libre.

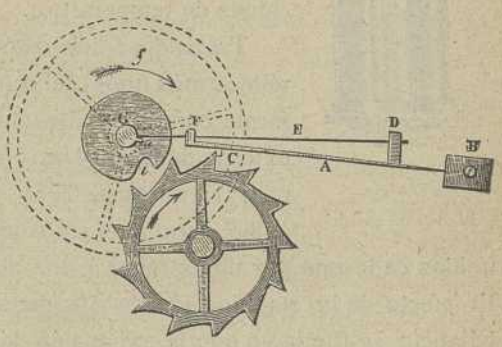


FIG. 469. —Escape de cronómetro.

los escapes antes descritos, sino sólo después de cada oscilación completa (ida y vuelta).

No siéndonos posible en este libro ocuparnos de varias construcciones secundarias que han contribuído al perfeccionamiento del reloj, hemos de dedicar algunas palabras á las disposiciones adoptadas para anular la influencia perturbadora de los cambios de temperatura, ó sea á las llamadas

Compensaciones.—Nuestros lectores saben que, con escasas excepciones, todos los cuerpos, y más especialmente los metales, se dilatan bajo la influencia del calor, y se contraen bajo la del frío; y tratándose de mecanismos tan delicados como los que nos ocupan, comprenderán fácilmente que dichas influencias bastan para producir variaciones en el largo de la péndola y el diámetro del balancín y de la espiral, que perjudicarían la uniformidad de sus oscilaciones y, por ende, la marcha regular de los relojes, si no se adoptaron precauciones para dejarlas sin efecto. Estos medios constituyen las llamadas *compensaciones*, con una de las cuales estarán, sin duda, familiarizados nuestros lectores: nos referimos á la péndola de parrilla, que describimos en el tomo II de esta obra.

Otro medio compensador, aún más eficaz, halla su aplicación en la llamada *péndola de mercurio* (fig. 470), que es en realidad la más antigua de las péndolas de compensación. Fué ideado por Graham, y se concibe perfectamente que echara mano del azogue, por ser el metal cuyo volumen sufre las mayores variaciones bajo los cambios de temperatura. En lugar de la lenteja ordinaria, la varilla de hierro *a* lleva en su extremo inferior una planchita que sostiene dos vasos cilíndricos de vidrio, *b b*, llenos de mercurio hasta cierta altura. Merced á la dilatación ó á la contracción de este metal, el centro de gravedad de la masa oscilante resulta trasladado más hacia arriba ó abajo, según el alargamiento ó el acortamiento de la varilla, y de este modo la longitud de la péndola se mantiene constante en todas las variaciones de temperatura.

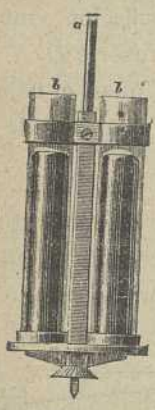


FIG. 470.
Péndola de mercurio.

Tratándose del balancín, se aplica la compensación á los relojes más finos del modo que sigue: el aro del volante se forma con dos anillos diferentes, soldados entre sí, ó sea uno externo de latón y otro interno de acero, como indica la figura 471; además, dicho cuerpo no constituye un verdadero anillo, sino que se compone de dos piezas semicirculares, unidas cada una por un extremo á una diametral, por cuyo centro pasa el eje. El efecto de la combinación de dos metales en la construcción de semejante balancín se funda en que la expansión del latón es mayor que la del acero; en su consecuencia, al elevarse la temperatura se doblan los extremos libres de los sectores del anillo un poquito hacia adentro, mientras que, al bajar, se doblan hacia afuera, de modo que la posición del centro de gravedad de las masas oscilantes permanece casi constante respecto del eje de rotación.

Cronómetro.—La compensación adquiere su mayor valor práctico en los relojes destinados á la marina; pero en su construcción suben de punto las dificultades, porque se trata de mecanismos que han de exponerse, ora á los calores de los trópicos, ora á los intensos fríos de las regiones polares, en tiempos de calma y de tempestad, y que, bajo influencias tan contrarias, están llamados á marchar con la mayor uniformidad, á veces durante años enteros. Los relojes de esta clase se designan con el nombre de *cronómetros*, aunque en realidad todo reloj es un cronómetro, en la acepción literal de la palabra, ó sea la de "medidor del tiempo.„ Entre los cronómetros propiamente dichos, ó sean los relojes de marina, se distinguen los llamados de caja, por hallarse su mecanismo fijo en una sólida caja de madera, y los de bolsillo, que son exteriormente como los relojes ordinarios de este género, de mayor tamaño; los primeros son los más seguros é

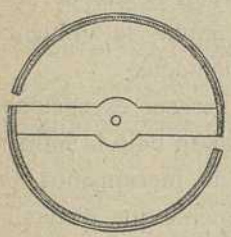


FIG. 471.
Balancín de compensación.

importantes, porque no es posible tanta exactitud en la construcción de mecanismos tan pequeños como los relojes destinados al bolsillo.

Los buques de mayor porte llevan generalmente varios cronómetros de caja, para mayor seguridad; los que emprenden largos viajes de exploración por los mares polares suelen llevar nada menos de diez á quince de dichos instrumentos, en vista del largo tiempo que han de permanecer aislados fuera del mundo civilizado. La posibilidad de determinar las diferencias en las longitudes geográficas por medio de un reloj, se demostró, según parece, por primera vez, en un libro del profesor Gemma-Frisino, de Lovaina, publicado en 1547. Todo viajero que camina hacia el Este ó el Oeste, observa que su reloj retrasa en el primer caso y adelanta en el segundo; pero en realidad, y suponiendo que se trata de un instrumento bien construído, su reloj no ha variado, y sigue señalándole fielmente la hora que rige en su casa. La misión de un cronómetro no es otra: si un capitán de buque sale al océano llevando á bordo la hora de Londres ó de París, por ejemplo, y después de caminar algún tiempo se halla con una diferencia de una hora entera entre "las doce„ indicada por su cronómetro y el meridiano verdadero, sabe que ha recorrido la vigésimacuarta parte del correspondiente círculo de latitud; y si fija entonces esta latitud con referencia á un astro (el sol, por ejemplo), sabe también el punto del globo donde se encuentra el buque, y puede señalarlo en su carta de marear. No hay para qué decir que semejantes determinaciones de lugar sólo pueden verificarse mediante relojes en sumo grado exactos, y el problema de su construcción adecuada resultó tan arduo, que transcurrieron más de doscientos años antes que se resolviera satisfactoriamente. A fin de fomentar la construcción de cronómetros en el siglo pasado, la Academia de Ciencias de París, lo mismo que el Gobierno inglés, ofrecieron premios de gran consideración; el de dicha Academia lo ganó en 1720 un relojero inglés, llamado *Mossy;* pero su invento no dió resultados prácticos; del premio de 20.000 libras esterlinas (500.000 pesetas) ofrecido por el Parlamento inglés, obtuvo la mitad, en 1761, como dijimos más arriba, el relojero *Juan Harrison*, al cabo de cuarenta años de trabajo. Al mismo tiempo que Harrison, se ocupaban en la construcción de cronómetros los franceses *Berthoud* y *Le Roy;* aquél dió cima á su primer trabajo en 1761, y éste en 1762. Harrison y estos dos franceses resolvieron, pues, el problema de construir cronómetros realmente prácticos, y desde entonces fueron muchos los relojeros que se dedicaron con fruto á esta rama tan importante de su arte.

Respecto de la construcción misma del cronómetro de caja, hay que observar, en primer término, que las dimensiones relativamente grandes del mecanismo permiten trabajar con mayor precisión; dicha construcción se distingue, además, por el sumo cuidado que se dedica á la compensación. La fig. 472 reproduce el mecanismo de un cronómetro de caja, que se diferencia bastante

del de un reloj ordinario. En primer lugar, no tiene un barrilete con resorte motor, sino dos; se les da cuerda uno tras otro, sin que cese de funcionar el reloj ni un instante. Los resortes están arrollados veinte veces sobre sí mismos; se da cuerda una vez cada veinticuatro horas, dando sólo dos vueltas enteras á cada barilete, de cuyo modo únicamente queda utilizada una parte de la tensión media de los resortes, asegurando así una fuerza casi constante durante el espacio de un día y una noche. Las dos ruedas motrices, á la base de dichos bariletes, engranan en un mismo piñón, que se halla fijo sobre el eje de la rueda minutera, desde la cual se transmite el movimiento, por una rueda intermedia, á la de segundos, y desde ésta á la de escape. El escape

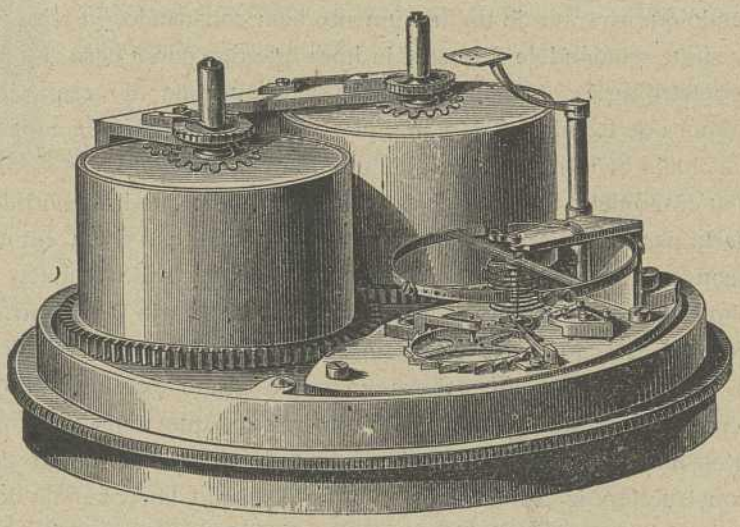


FIG. 472.—Mecanismo de un cronómetro de caja.

es el llamado de cronómetro, que describimos más arriba y mostramos en la fig. 469. El balancín, que es de los llamados de compensación, se halla dividido en dos partes y compuesto de dos metales; se distingue de los ordinarios de su género por su espiral, que no está arrollada en un plano, sino en forma de rosca de tornillo, como indica la fig. 473; dicha espiral se hace á veces de oro, en lugar de acero. Los pequeños tornillos cuyas cabezas se ven en torno del aro del balancín, sirven para regular la posición del centro de gravedad de sus dos mitades, y su ajuste más exacto supone el trabajo asiduo del relojero durante meses enteros. Semejantes tornillos, sea dicho de paso, no se aplican sólo á los balancines de los cronómetros, sino también á los de otros relojes de construcción superior; pero tratándose de un cronómetro, se pone aún más cuidado en colocarlos debidamente.

La experiencia ha demostrado que los cronómetros que se llevan en el bolsillo, ó que de otra manera cualquiera están sujetos á movimientos exteriores,

retrasan en su marcha; mientras que los que permanecen en reposo, suspendidos ó descansando sobre firme, conservan su marcha uniforme. Por esto los cronómetros de bolsillo deben regularse, por así decirlo, en la faltriquera de sus dueños, puesto que los movimientos de diferentes personas, y por consiguiente, su influencia sobre la marcha de reloj, son muy variables. Para que el cronómetro de caja se resienta lo menos posible de las oscilaciones del buque, se suspende el mecanismo dentro de la caja, como las brújulas náuticas, por medio de los llamados aros de Cárdano, de modo que siempre se mantiene en posición horizontal. Mas no es posible evitar por completo la influencia del movimiento del buque; pues todo reloj suspendido libremente participa, aunque en grado imperceptible á nuestros ojos, de la oscilación propia de su balancín, y esto sólo es capaz de influir sobre la marcha de un cronómetro.

Mejoras en los relojes de bolsillo.—A los relojes de este género de nueva construcción no se les da cuerda con una llave suelta, sino por medio de un botón ó cabecita *(remontoir)* situado dentro del anillo de suspensión, y que forma el remate exterior de un eje que atraviesa la caja y lleva interiormente un piñón, que engrana en la periferia dentada del barrilete. Se construyen también relojes de tapa doble ó de cazador, como se llaman, que no necesitan de llave alguna, pues su cuerda se da en cierto modo automáticamente y, digámoslo así, en pequeñas porciones, cada vez que se cierra la tapa abierta para mirar la hora; es decir, que con sólo cerrar esta tapa, como sucede muchas veces durante el día, basta para que el reloj siga siempre andando. El ingeniero *Loehr*, de Viena, ha construído también un reloj que llama "perpetuo„, que se da cuerda á sí mismo, tan sólo mediante el movimiento de la persona que lo lleva, al andar, subir y bajar escaleras, etc.

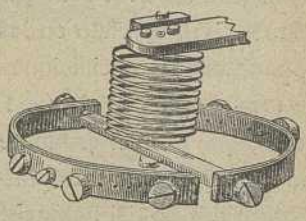


FIG. 473.—Balancín de cronómetro.

Muchos relojes de bolsillo ostentan sobre la muestra ordinaria una de segundos, ó sea un pequeño círculo con las divisiones correspondientes, en torno del cual gira una agujita; esto no entraña complicación alguna del mecanismo, pues basta que el eje de una de las ruedas que gira una vez por minuto, se prolongue á través de la muestra para sostener dicha aguja. Pero semejante disposición es ineficaz tratándose de observaciones exactas, porque las divisiones del circulito son demasiado finas, y no es fácil seguir con la vista la agujita, que da cuatro saltitos por segundo. Mediante cierta modificación en el mecanismo se puede hacer que la aguja quede parada durante un segundo sobre cada división del círculo, y luego salte de una vez á la división siguiente; mas aun así, queda el inconveniente de la pequeñez de la muestra de segundos, razón por la cual es preferible trazar las divisiones correspondientes en la periferia de la muestra ordinaria y colocar una aguja de segundos más

larga sobre las agujas de minutos y horas, con el mismo centro de rotación, conservando el salto único de segundo en segundo. Esta disposición, sin embargo, que ya se había adoptado para los relojes de pesas antes de aplicarla á los de bolsillo, ofrece el inconveniente de perjudicar la marcha más exacta del reloj, porque en ella hay que valerse como motor del eje del escape; y por esto, los mejores relojes del género reciben hoy un mecanismo de segundos especial, con resorte motor propio, al que se da cuerda separadamente, y sólo hace girar la aguja de segundos; semejantes relojes se llaman "de segundo independiente„.

Relojes de péndola giratoria y de figuras.—Bajo este título nos ocuparemos brevemente de algunos relojes de construcción especial, empezando por el llamado de péndola giratoria.

El órgano que regula la marcha de este reloj es un balancín pesado que oscila con suma lentitud, hallándose suspendido libremente por medio de un resorte. Hemos visto en las páginas anteriores que el primer resorte destinado á mantener las oscilaciones del balancín de volante, fué uno recto, en forma de una simple cerda, que Huyghens y Hook convirtieron en una espiral de acero, que para el cronómetro recibió la forma de rosca de tornillo. Pues bien; en el reloj de que tratamos ahora, dicho resorte es recto, atirantado en la dirección del eje del balancín, y constituye, por regla general, una cinta muy estrecha y delgada de acero, en cuyo extremo inferior está suspendido el balancín, y que en virtud de las oscilaciones de éste, se tuerce ó vuelve á manera de un tirabuzón, ora hacia la derecha, ora hacia la izquierda. Cuando la masa del disco que constituye el balancín es grande en proporción á la resistencia que ofrece la torsión del resorte, el tiempo de cada oscilación resulta muy largo, y permite, por lo mismo, una duración muy larga de la marcha; tanto, que *Harder* ha construído un reloj que anda sin parar un año entero.

La fig. 474 ofrece una vista exterior de este reloj anual, como se llama, viéndose entre las cuatro columnitas que le sirven de base, el pesado balancín suspendido al muelle de cinta; consiste en un disco metálico macizo, sobre el cual se hallan otros dos discos pequeños, dispuestos de manera que pueden aproximarse más ó menos al centro, con objeto de acelerar ó retrasar las oscilaciones, y por consiguiente, regular la marcha del reloj. En la fig. 475 tenemos una vista esquemática de dicho balancín ó péndola giratoria y de las demás piezas del escape; *l* señala el disco oscilante suspendido á la cintita de acero *g*, que está fijo superiormente al extremo *h* de un brazo rígido. Un poco por debajo de este punto fijo, el resorte ó cinta lleva atornillada una horquilla, *e*, que, mediante la varilla *d* y la palanca *c*, se halla en comunicación con el escape *a b* de paletas, que ya conocemos por la descripción anterior. Como el balancín ejecuta oscilaciones de 360 grados ó más, es evidente que la horquilla *e* tiene que separarse de la varilla *d;* pero ésta queda inmóvil en la posición

correspondiente, de modo que á su regreso la horquilla la vuelve á coger entre sus ramas, volviendo entonces la palanca *c* hacia el lado opuesto. Las oscilaciones del balancín se suceden muy lentamente, no pasando de cuatro á seis en el espacio de un minuto; mas con ser tan pausada y tranquila la marcha, el reloj de Herder, y en general todos los relojes provistos de la llamada péndola giratoria, son muy difíciles de regular, y no pueden considerarse, por lo mismo, como instrumentos muy exactos.

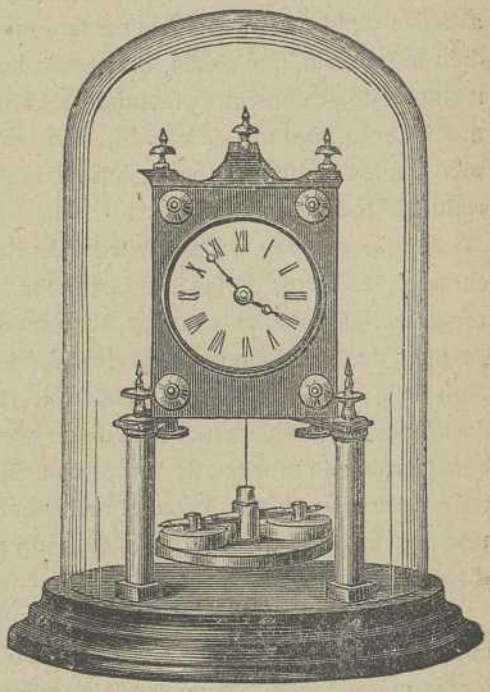


FIG. 474.—Reloj anual de Herder.

Con el nombre de *relojes de figuras* se designan los en que entran en juego figuritas de personas ó animales, como autómatas, para indicar las horas, etc. El gran reloj de la catedral de Strasburgo corresponde á esta categoría; pero lo hemos descrito ya, y prescindiendo de él, así como de otros más ó menos monumentales por el estilo, nos referimos aquí más especialmente á ciertos relojes caseros ó de pared, cuyo empleo es muy común en algunos países. Tal es, por ejemplo, el clásico *reloj de cuclillo*, ó de cuco, de la Selva Negra (gran ducado de Baden), cuya invención data de 1736, debiéndose á un tal *Keterer*, de Schoenwald. En lugar de campana, contiene este reloj un sencillo mecanismo, por cuyo medio, y al tiempo debido, se abre de repente una ventanilla, situada en la parte superior, y asoma por ella un diminuto cuclillo de madera pintada, que repite su conocido canto tantas veces como horas ó cuartos tiene que dar. Las dos notas del canto se producen por medio de pequeños cañones de órgano, y el mecanismo comprende dos pequeños fuelles para soplar. En otros relojes del género se reproduce el canto de la codorniz, con la figura correspondiente; y hay relojes que tienen un cuclillo para las horas y una

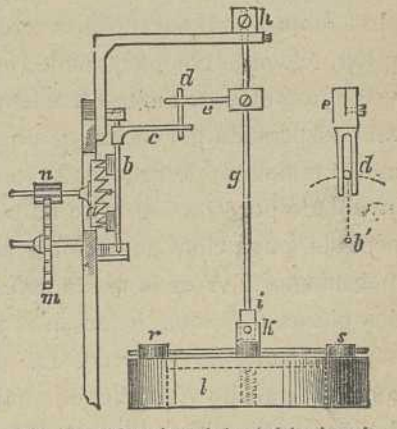


FIG. 475.—Mecanismo de la péndola giratoria del reloj de Herder.

codorniz para los cuartos. En los relojes llamados de trompeta, sale una figura de trompetero, dando las horas con su instrumento.

En los últimos años se ha puesto de moda un reloj, en el que una figura artística de bronce, que suele ser la de una mujer, sostiene con la mano extendida la péndola, que oscila, al parecer, con completa independiente del mecanismo; esto se consigue prestando á la figura misma, por medio de éste, un movimiento giratorio de vaivén, casi imperceptible, que corresponde exactamente á los tiempos de oscilación de la péndola, y á dicho movimiento queda reducido todo el misterio.

Relojes de torre.—La construcción de los relojes públicos que suelen colocarse en las torres de las iglesias, fachadas de edificios, etc., y se ven de distancias relativamente grandes, se remonta á una época bastante antigua, y después de desarrollarse la fabricación de relojes caseros y de bolsillo, vino á constituir una rama especial de la relojería, asemejándose más á la construcción de máquinas, propiamente dichas, en virtud del tamaño y peso relativamente considerable de muchas de las piezas. Sin embargo, un reloj de torre, si ha de responder á su objeto, ó sea el de señalar las horas con exactitud, supone una construcción muy cuidadosa; razón por la cual se han inventado para él diferentes escapes especiales, llamados de fuerza constante.

El gran reloj del palacio del Parlamento en Londres, que se colocó en una elevada torre el año 1859, dió un nuevo impulso á la construcción de semejantes máquinas, por cuya razón nos servirá de punto de partida para las consideraciones siguientes. Dicho reloj, que domina la ciudad á una altura considerable, ostenta cuatro muestras de siete metros de diámetro, en los cuatro lados de la torre, formadas con vidrio deslustrado para su iluminación durante la noche, y cada una de sus ocho agujas pesa cerca de cien kilogramos; la pesa motora del mecanismo correspondiente tiene un peso de 125 kilogramos, y para elevarla completamente, es decir, para dar cuerda al reloj, se necesitan veinte minutos de tiempo. La lenteja de la péndola pesa 310 kilogramos, y está suspendida por medio de una cinta de acero de 76 milímetros de ancho y medio milímetro de grueso. El escape de fuerza constante de este reloj fué inventado por *Denison*, y se halla reproducido en la fig. 476: *A B* señala la péndola, cuya cinta aparece cortada en el grabado para la mayor claridad del mecanismo; *F H* es la rueda de escape, y el áncora está constituída por las dos piezas *C D*, que tienen en *E* y *G* los correspondientes ganchos para detener los dientes de la rueda. La péndola, al oscilar hacia la derecha, choca contra el gancho *E*, poniendo en libertad á la rueda, que entonces, por medio del diente *F*, obliga al brazo *C* del áncora hacia la izquierda; seguidamente, es decir, cuando la rueda ha dado una sexta parte de vuelta, el gancho *G* entra en acción, paralizándola. Entretanto, la péndola sufre la carga del brazo *D* al obligarlo hacia la derecha; mas al tiempo de emprender la oscila-

ción contraria, el brazo le devuelve el impulso recibido con algún exceso, y este exceso es constante, porque sólo depende de la gravedad de la pieza. Lo propio sucede luego con el brazo *C* del áncora.

El escape de Denison goza de mucha aceptación; pero debemos describir también otro, destinado á relojes de torre, y debido al relojero *Mannhardt*, de Munich, constructor del excelente reloj de las casas consistoriales de Berlín. Una particularidad de este escape consiste en que la péndola sólo recibe un impulso cada minuto, y no en cada oscilación. El mecanismo de ruedas del reloj mencionado (el citado de Berlín) se compone sencillamente de la rueda motriz *a* (fig. 477), otra rueda *b* y un volante de aire *c*. La pesa motora de este mecanismo no ejerce influencia alguna sobre el impulso que recibe cada minuto la péndola, sino que este impulso se produce de una manera original y muy ingeniosa. La péndola *A*, suspendida por medio de dos resortes, contiene, un poco por debajo de su punto de suspensión, una pequeña carraca, *e*, que gira fácilmente, sin necesidad de aceite, y tiene tantos dientes como oscilaciones dobles ejecuta la péndola en el espacio de un minuto. En la armadura *B* se halla sujeto un pequeño fiador de marfil, de modo que á cada oscilación de la péndola de derecha á izquierda, la carraca avanza ó gira el espacio de un diente. Sobre el eje de la carraca hay fija una palanca, *f*, que á cada vuelta de la misma, es decir, una vez por minuto, empuja la palanca de codo *l m n*, poniendo en libertad el mecanismo del reloj y dejando que dé una vuelta el volante de aire *c;* completada ésta, el gancho *n* de dicha palanca coge el extremo del brazo *h*, que está sujeto al eje del volante, y queda de nuevo parado el mecanismo de ruedas. Por último—y esto es lo principal—el eje del volante *c* lleva un disco excéntrico *k*, que en el momento oportuno deja caer suavemente el rodillo *p* sobre el plano inclinado *s s*, situado entre las dos ramas laterales del eslabón que forma la vara de la péndola en este sitio; y merced á la inclinación especial de dicho plano, combinada con la presión constante, aunque suave, del rodillo que gravita sobre él, resulta compensada la pérdida de fuerza que sufre la péndola, mediante un nuevo impulso que recibe al cabo de cada minuto. Todo esto se verifica sin golpe ni fricción, cosa que no se consigue con ningún otro escape inventado para relojes de torre. Al completar su vuelta, la excéntrica *k* levanta el rodillo *p*, y la péndola vuelve á oscilar libremente durante el espacio de otro minuto, para volver á recibir entonces un nuevo impulso.

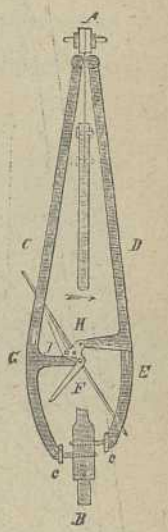


FIG. 476.—Escape de fuerza constante, de Denison.

Para no involucrar la descripción que antecede, hemos dejado de referir cómo se consigue que la pequeña carraca *e* permanezca sin movimiento du-

rante cada oscilación de la péndola; lo cual se logra por medio de un diminuto freno revestido de finísimo cuero y provisto de un contrapeso, que se aplica contra el borde interno de la carraca hasta el momento en que deba funcionar el fiador *i*. Añadiremos también que dicha carraca, así como el rodillo de presión *p*, no necesitan de medio lubrificador alguno, que con el tiempo pudiera ensuciarlos, y estorbar, por consiguiente, la marcha; pues sus diminutos ejes de acero, finamente pulimentados, giran en cojinetes de madera impregnada de grafito. La carraca misma es de bronce, y su fiador, como ya dijimos, de marfil.

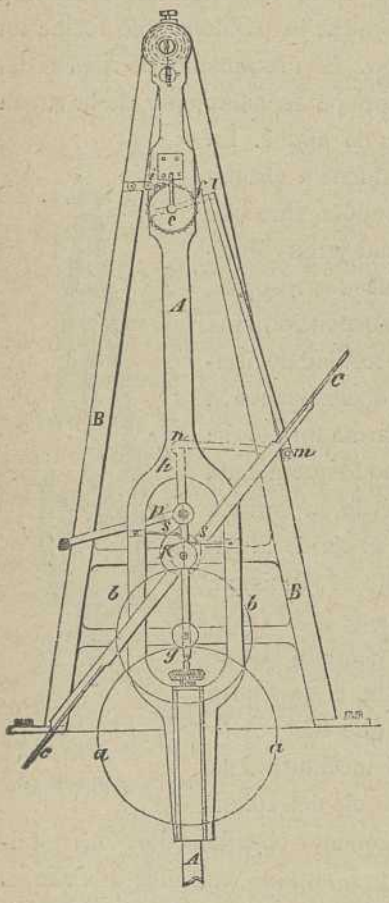


FIG. 477.
Escape de fuerza constante, de Mannhardt.

Relojes de registro.—Con este nombre se designan mecanismos destinados á comprobar ó registrar la vigilancia y puntualidad de los guardas nocturnos, capataces, inspectores, etc., de establecimientos industriales, penales y otros. La construcción de semejantes relojes varía bastante, y se ha llevado á gran perfección por el relojero *Buerck*, de Schwenningen, en Wurtemberg. El principio fundamental de los más usuales descansa en el empleo de un cilindro rotatorio, sobre cuya superficie se puede trazar una señal desde un sitio determinado, y que gira al compás de la aguja de horas; cabe revestir dicho cilindro con papel, de modo que el trazo puede verificarse con un lapicero ó una pluma.

Un reloj de registro inventado por el profesor *Gintl*, de Gratz (Austria), está dotado de dos cilindros, uno dentro del otro, de los que el mayor es fijo, mientras que el interno se mueve por el mecanismo, de modo que da una sola vuelta en las veinticuatro horas; además, contiene este cilindro 24 ó 48 cajitas ó compartimientos, que pasan sucesivamente detrás de una abertura estrecha en el cilindro externo, por la que el guarda ó la persona de cuya vigilancia ó puntualidad se trata, puede introducir una chapita; al abrirse después el aparato, se conoce en seguida á qué hora depositó dicho empleado la chapa, que se encuentra en el compartimiento correspondiente. Otros relojes de registro están construídos de modo que sólo andan un tiempo determinado, siendo entonces preciso darles cuerda con llaves que sólo se encuentran en ciertos sitios; y

podríamos referir á este propósito diferentes instrumentos análogos, empleados en las investigaciones científicas (física experimental, astronomía, fisiología, telegrafía, etc.), si no temiéramos rebasar los límites de este capítulo.

Relojes eléctricos y neumáticos.—Así como la técnica progresiva ha producido las transformaciones más considerables en todos los terrenos de la civilización moderna, y así como ha acortado de un modo notable las distancias entre los diferentes países mediante el vapor, las vías férreas y la corriente eléctrica, del mismo modo se ha esforzado en las grandes ciudades, donde se hallan reunidas, en un espacio relativamente limitado, miles y miles de personas, por aprovechar esta concentración, facilitando á los habitantes, desde puntos determinados, ciertos elementos indispensables de vida. Pocas empresas de la técnica moderna han resultado tan salutíferas para las masas de población de

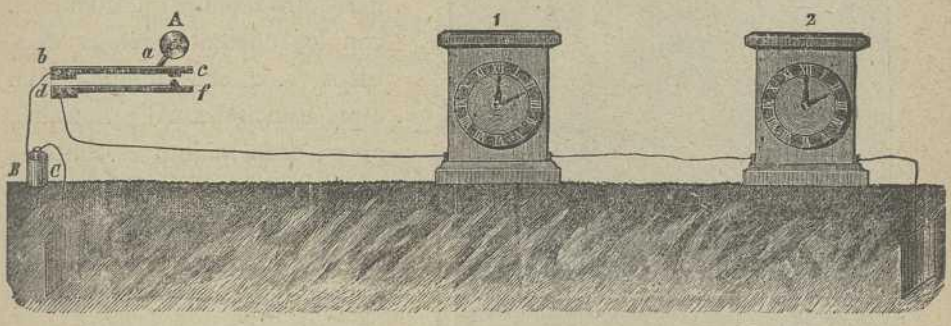


FIG. 478.—Disposición de una serie de relojes eléctricos.

las grandes ciudades, como aquéllas que surten de agua y alumbrado las casas; y es fácil comprender, atendida la importancia para los negocios de tener siempre la hora exacta, que se despertara la idea de proporcionar esta comodidad á un gran vecindario.

Toda ciudad considerable, al menos en el extranjero, posee un reloj normal, que se regula exactamente con arreglo á las observaciones astronómicas; pero éste sólo puede ser de utilidad directa para los habitantes del barrio en que se encuentra. En cambio, si se pudieran colocar en diferentes puntos de la ciudad, por ejemplo, en todas las plazas, relojes que estuvieran en comunicación directa con el reloj normal y fueran regulados por él, habríase resuelto el importante problema de proporcionar la hora fija á todos los habitantes. Partiendo de esta idea, y pocos años después de la invención del telégrafo eléctrico por Gauss y Weber, el célebre astrónomo y físico *Steinheil* estableció el año 1839, en Munich, un reloj central, que por medio de la corriente eléctrica determinaba la marcha de muchos relojes situados en diversas partes de la ciudad. Siguieron su ejemplo otros hombres de ciencia como Wheatstone y Bain, perfeccionando los aparatos, y también se han dedicado á tan importante

cuestión, en los últimos tiempos, los célebres electricistas berlineses Siemens y Halske.

Para que nuestros lectores se formen una idea de los sistemas de relojes eléctricos hoy en boga, describiremos, siquiera sea con brevedad, el de los inventores últimamente referidos. En una estación central se encuentra un reloj normal que mueve una ruedecita haciéndola dar una vuelta por minuto; en nuestra fig. 478 *A* representa dicha rueda, dotada de una clavija *a* que, al bajar, deprime una palanca elástica *b c*, de modo que el extremo libre de ésta toque el de otra palanca *d f*, produciendo un contacto momentáneo. La primera palanca se halla en comunicación, mediante un alambre, con una batería galvánica *B C*, mientras que desde la segunda palanca parte otro alambre que comunica con los diferentes relojes eléctricos (*1*, *2*, etc.), montados en otras estaciones. Al producirse, pues, cada minuto el contacto entre las puntas *c* y *f* de las palancas, la corriente de la batería *B C* circula á través de los relojes del sistema y va á parar á la tierra para su viaje de retorno, cual sucede con todos los telégrafos eléctricos. En cada uno de los diferentes relojes por los cuales pasa la corriente, se encuentra un sencillo aparato electro-magnético, como el representado en la fig. 479: *L L* son los alambres conductores que unen, de una parte, el aparato con la estación central, y de otra, con el reloj eléctrico siguiente, y se arrollan ambos en torno de dos electro-imanes *A A*. Cuando la corriente recorre el circuito, lo que sucede, como hemos dicho, una vez cada minuto, los polos *B B* atraen una planchita delgada *a b*, que lleva superiormente una laminita de acero *c;* merced á dicha atracción, la laminita, apoyada contra un diente del disco *C*, lo empuja un poco hacia la izquierda, y en seguida el diente *b*, fijo á la planchita *a b*, encaja en el engranaje del disco é impide que éste gire más, mientras que el pequeño gancho *d* evita que el disco se vuelva hacia atrás. Por consiguiente, cada minuto el disco gira el espacio correspondiente á un diente, y completa una vuelta cada hora. Sobre el mismo eje del disco, pero al exterior de la caja que encierra el mecanismo referido, se halla fijo el minutero del reloj, al paso que por medio de unas ruedas de engrane

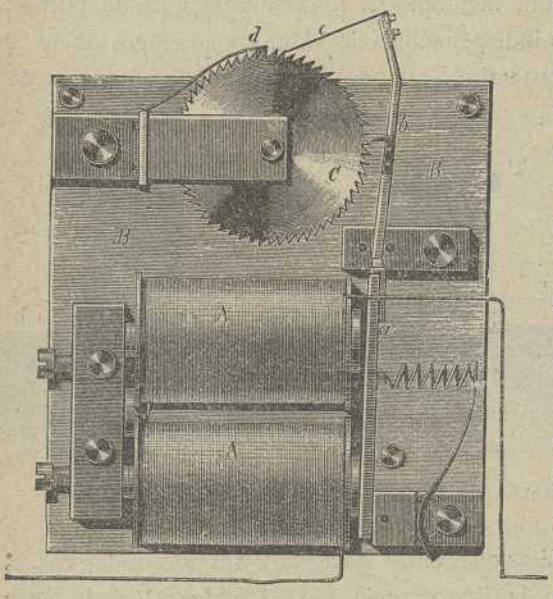


FIG. 479 —Mecanismo de un reloj eléctrico.

debidamente combinadas y que no aparecen en nuestro grabado, se transmite el movimiento á la aguja de horas. El reloj no contiene, por lo tanto, ni péndola, ni pesa, ni resorte motor, y rara vez necesita composturas.

En un mismo circuito se pueden disponer tantos relojes eléctricos como se quiera, y todos se mueven al mismo compás, señalando la misma hora. Y no crean nuestros lectores que se trata únicamente de una serie de relojes establecidos al intento en las vías públicas de una ciudad; al contrario, pueden incluirse en semejante sistema los relojes particulares de casas, fondas, tiendas, fábricas, etc., lo mismo que los de torre de los edificios públicos, como sucede hoy en Londres, París, Berlín y otras grandes capitales, donde cada interesado paga un abono para el servicio eléctrico. En lugar de la corriente eléctrica, se utiliza también el aire comprimido para poner en marcha un número mayor ó menor de relojes desde una estación central. Semejantes relojes se llaman *neumáticos*, y el sistema, tal como lo ha puesto en práctica en Viena el ingeniero *Mayrhofer*, se halla dispuesto del modo siguiente:

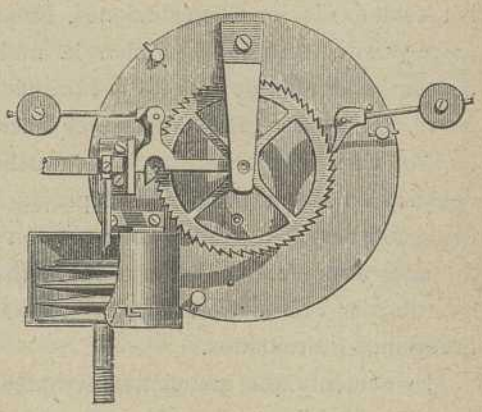


Fig. 480.—Mecanismo de un reloj neumático.

En un punto central de la ciudad se encuentra un gran recipiente, en el que, por medio de bombas neumáticas, se introduce aire, comprimiéndolo con fuerza. El recipiente se halla en comunicación con gran número de relojes situados en diferentes puntos de la población, mediante tubos que constituyen un sistema ramificado, como los que se destinan á distribuir el gas del alumbrado. Entre el recipiente y el tubo principal hay una válvula susceptible de abrirse y cerrarse fácilmente, que constituye el escape común de todo el sistema de relojes, abriéndose cada minuto por espacio de algunos segundos, á impulso de un reloj normal, y cerrándose en seguida. Al abrirse dicha válvula, la presión del aire se propaga por la tubería con mucha velocidad, obrando casi á un tiempo sobre todos los relojes montados en el circuito.

La fig. 480 reproduce el mecanismo de uno de estos relojes neumáticos. El tubo que comunica con el recipiente de aire comprimido desemboca en la base de un cilindro hueco, que contiene un émbolo especial á manera de fuelle; en la plancha superior de este émbolo hay fija una varilla, sujeta á su vez á una pequeña palanca armada con un fiador. Cuando á impulso de la presión del aire se levanta el émbolo ó fuelle, la palanca se eleva también, y por medio del fiador hace girar un poquito una rueda dentada, en combinación

con las ruedas de las agujas del reloj; en el lado opuesto de dicha rueda se encuentra otro fiador que le impide volverse hacia atrás. Al cerrarse la válvula ya referida del tubo principal, se abre otra en el mismo, que restablece inmediatamente en la tubería la presión atmosférica normal; entonces bajan los émbolos ó fuelles de todos los relojes, y con ellos las palancas respectivas, de modo que al recibir en el minuto siguiente un nuevo impulso hacia arriba, funcionan otra vez de la manera ya indicada.

Un sistema análogo, que funciona en París, se aplica, no sólo, como en Viena, á relojes establecidos en la vía pública, sino también á otros muchos en las casas particulares, oficinas, tiendas, etc. La disposición se diferencia de la austriaca en que, en vez de un solo recipiente central para el aire comprimido, existen varios en diferentes barrios de la ciudad, que alimentan las bombas establecidas en dos estaciones. Desde cada recipiente parte la tubería que corresponde al barrio, y si bien la multiplicación de los recipientes supone necesariamente la de los relojes normales, cuya marcha rige la abertura y el cierre de las válvulas de escape, el sistema parisiense ofrece la ventaja de que en las varias tuberías parciales, mucho menos extensas que la red única que hay en Viena, la presión se propaga y el equilibrio atmosférico se restablece con mayor rapidez. Dicha presión se eleva, en los diferentes recipientes, á cuatro atmósferas, y obra de la misma manera que en la capital austriaca; los tubos son de hierro dulce, verificándose su unión hermética por medio de manguitos atornillados.

Es evidente que semejantes empresas sólo son practicables, económicamente hablando, en ciudades muy grandes, pues para que se costeen necesitan de gran número de abonados; pero la instalación es relativamente sencilla, y las ventajas para el público, innegables. En los últimos años el citado Mayrhofer ha montado otros sistemas de relojes neumáticos, en los cuales ha conseguido simplificar de un modo notable el mecanismo, valiéndose del aire enrarecido, en lugar del comprimido.

Autómatas.—Si con este nombre se entiende todo mecanismo que tiene en sí el principio de su movimiento, entonces todo reloj es un autómata; pero la voz se emplea generalmente, en sentido más estrecho, para designar ciertos juguetes ingeniosos, en forma de seres animados, y que reproducen con mayor ó menor fidelidad los movimientos de éstos.

La invención de semejantes autómatas data de muy antiguo; tanto, que no es posible averiguar su origen. Entre los autómatas más célebres de la antigüedad, mencionaremos la paloma volante de madera, debida á Archylas de Tarento, en el siglo V antes de nuestra Era; un águila, de la que nos habla Pausanias; el caracol rastrero de Demetrio Phalerco, y el autómata humano (*androida*) de Tolomeo Filadelfo; pero nada sabemos acerca de su construcción. En la Edad Media fueron celebrados como constructores de autómatas,

Rogerio Bacón, Alberto Magno y Regiomontano, y en tiempos del Renacimiento, Leonardo de Vinci. Reproducir por medios mecánicos las manifestaciones de la naturaleza viva; producir la vida con solas la fuerza y la materia, tal fué el pensamiento filosófico que predominaba en dicha época, y que buscaba solución, por otra parte, en la piedra filosofal y el movimiento continuo; no nos debe extrañar, pues, que hombres tan eminentes como los citados se ocuparan en construir autómatas á veces muy ridículos. Alberto Magno produjo una androida que abría la puerta y saludaba á las personas que entraban; este fruto de treinta años de desvelos, lo destrozó Tomás de Aquino de un golpe de bastón. Entre las obras del género debidas á Regiomontano, se citan una mosca que volaba y un águila que, al hacer su entrada oficial en Nurenberg el emperador Maximiliano, le saludó agitando las alas y moviendo la cabeza.

La invención del reloj de bolsillo por Henlein, á principios del siglo XVI, dió nuevo impulso á la construcción de autómatas, y Nurenberg fué por entonces el terreno clásico para semejantes mecanismos. Como constructores célebres se citan los nombres de *Werner*, *Bullmann*, *Hautsch* y *Foerster*, que producían androidas, ó sean figuras de personas, que andaban, tocaban tambores, platillos y campanas, disparaban armas de fuego, bailaban, jugaban á los bolos, etc.; y también verdaderos ejércitos en miniatura, compuestos de infantes y jinetes, que peleaban. A mediados del siglo XVIII eran célebres los autómatas del mecánico francés *Vaucanson;* tres de ellos llamaron mucho la atención, á saber: un tocador de flauta, otro de pito y un pato, que se expusieron en diferentes ciudades europeas, entre otras Nurenberg, donde en 1753 se ofrecieron en venta por 12.000 francos; después de quedar mucho tiempo almacenados en la casa comercial de Pflueger, fueron vendidos al profesor Beixeis, de Helmstaedt, y á su muerte, en 1809, quedaron todavía varios años en esta ciudad, comprándolos por fin el consejero de Estado Herlem, de Berlín; fueron después motivo de un pleito entre éste y el mecánico Doerfel, de resultas del cual el pato volvió á ser exhibido por dinero, sin que se conozca la suerte de los otros dos autómatas. El pato, la pieza más hermosa de las tres, era algo mayor que el natural, y hecho de cobre; movía con una naturalidad sorprendente su cabeza y sus alas, erizaba sus plumas, cantaba, nadaba, se zambullía y sumergía en el agua, tragaba granos y agua por la boca, y los despedía por la parte posterior.

Pero estos autómatas de Vaucanson fueron superados, en la segunda mitad del siglo pasado, por los de los suizos *Droz*, padre é hijo, de Chaux de Fonds, célebre centro relojero en el Jura. El padre construyó, entre otros, para el rey Fernando VI de España, un magnífico reloj de péndola, que reproducía la marcha de los astros y los fenómenos celestes, y contenía varias figuras autómatas, sumamente ingeniosas. Otras obras de dichos artistas representaban un

niño dibujando, otro escribiendo y una niña tocando el piano; y al decir de los contemporáneos, los movimientos de estas figuras imitaban tan bien los naturales, que á primera vista engañaban á cualquiera. La niña, al parecer de doce ó trece años de edad, no sólo movía sus dedos sobre las teclas del instrumento, sino que su mirada seguía, ora sus propias manos, ora la música que tenía delante, y tocaba con precisión varias piezas. El dibujante y el escribiente eran, al parecer, niños de tres á cuatro años: el primero dibujaba con lapicero sobre papel el contorno de retratos y diferentes objetos, y durante su trabajo se paraba para mirar el efecto y volvía á continuar; el segundo copiaba un texto francés, mojaba la pluma en el tintero, la sacudía para quitar la tinta superflua, al acabar una palabra miraba el texto, como para ver la que seguía, y al terminar una línea empezaba otra con toda regularidad. Hace unos cincuenta años, cuando muy contadas personas se acordaban de dichos autómatas, se encontraron por casualidad entre unos trastos viejos en el castillo de Malignon, y después de compuestos se expusieron nuevamente á la mirada de los curiosos; todavía pueden verse funcionando, pero hay que confesar que sus movimientos carecen de esa naturalidad y gracia que les atribuyó antes la fantasía de sus admiradores. Podríamos citar algunos otros trabajos notables de este género, hechos en el primer tercio de este siglo; pero ya el arte de los autómatas ha pasado de moda.

FABRICACIÓN DE RELOJES

Durante los últimos cincuenta años se han realizado grandes progresos en el terreno de la relojería, pues los nuevos medios mecánicos introducidos permiten, de una parte, la mayor división del trabajo y la fabricación consiguiente en masa, y de otra, el mayor grado de perfección en los relojes de precisión Pero además del invento y aplicación de numerosas máquinas destinadas á elaborar las diferentes piezas, han contribuído poderosamente, y siguen contribuyendo al desarrollo de la industria relojera, las escuelas especiales de relojería, como las fundadas en Ginebra (1824), la Chaux de Fonds (1831), Furtwangen, en Baden (1850) y otros puntos; y constituyen también otro factor del progreso en cuestión, las grandes asociaciones de los relojeros de diferentes países para el fomento de su arte, como el *British horological Institution*, en Inglaterra, la *Société des horlogers*, en Francia, y otra análoga que existe en Alemania.

Inglaterra y Francia fueron los países donde primero se llevó la fabricación de relojes al mayor perfeccionamiento, y todavía hoy se producen allí los mejores cronómetros para uso de los navegantes. Los principales centros de la relojería en Inglaterra son Londres, Liverpool, Manchester y Coventry, mientras

que en Prescott y sus alrededores muchos pequeños fabricantes se dedican á la elaboración de determinadas piezas del reloj. Sin embargo, en los últimos tiempos ha disminuído mucho la producción de relojes en Inglaterra, en vista de la más barata de los Estados Unidos, Suiza y Alemania. En Francia, y más especialmente en París, se fabrica gran número de relojes de mesa y viaje; pero de veinte años á esta parte se ha desarrollado de un modo notable la fabricación de relojes de bolsillo en los departamentos vecinos de Suiza, siendo Besançon un centro importante de esta industria. En cuanto á Alemania, aunque es patria del inventor del reloj de bolsillo, y tal vez del primitivo reloj de ruedas y pesas, anduvo mucho tiempo su relojería á la zaga de la inglesa y la francesa; y sólo en nuestro siglo se han realizado progresos notables en la construcción de relojes de torre y de mesa (fig. 481). Es verdad que la fabricación de relojes de bolsillo la estableció en 1767, en Pforzheim, el príncipe Carlos Federico de Baden, pero la industria no prosperó, y desapareció en 1801; sólo desde el año 1850 ha tomado cierto desarrollo en Glashutte (Sajonia), así como en Silesia, en cuya población de Silberberg se producen relojes de diferentes clases, incluso cronómetros excelentes. Pero hay una comarca alemana donde la fabricación de relojes de pared y mesa se arraigó bastante pronto, tomando con el tiempo gran incremento, y es la Selva Negra, en el gran ducado de Baden. Al principio, ó sea durante la segunda mitad del siglo XVII, los expresados relojes eran de los más primitivos, con balancín recto y mecanismo casi enteramente de madera; pero desde el año 1740 se introdujo el escape de péndola en lugar del antiguo balancín, y las ruedas de madera fueron sustituyéndose por las de latón con eje de hierro. La industria relojera de la Selva Negra alcanzó su mayor florecimiento en la época de 1810 á 1830; y como después se manifestara en ella cierto decaimiento, el Gobierno fundó la ya citada escuela de Furtwangen, que contribuyó á levantarla de nuevo. Entre las diferentes clases de relojes de pared y mesa, propias de dicha comarca, se han hecho célebres los llamados de cuclillo, antes referidos, y los cuyo mecanismo se combina



FIG. 481.—Reloj alemán de mesa.

con el de una cajita de música. Pero lo que más llama la atención en estos productos es su extraordinaria baratura, pues por el ínfimo precio de tres marcos (3,75 pesetas) se venden pequeños relojes de pared que andan bastante bien, mientras que por 25 pesetas se obtiene un excelente y elegante reloj de pared ó mesa, con mecanismo metálico y cuclillo, que anda ocho días sin dar cuerda. Anualmente se expiden desde la Selva Negra para todas partes del globo unos 200.000 de dichos relojes.

En ningún país de Europa se ha desarrollado en escala tan sorprendente la fabricación de relojes de bolsillo como en Suiza, especialmente en los cantones de Ginebra y Neuchatel. La industria se arraigó en Ginebra desde el año 1587, merced á la iniciativa de *Cusin;* en Neuchatel datan sus comienzos del año 1680, cuando *Daniel Jean Richard* construyó un reloj de bolsillo sobre un modelo inglés; la relojería del cantón de Vaud data del año 1748, y actualmente se halla difundida la industria en otros siete cantones. En la Chaux de Fonds, pequeña ciudad del cantón de Neuchatel que cuenta unas 25.000 almas, existen nada menos que 1.500 talleres de relojería; y en el Locle, otra población de 15.000 habitantes, sucede otro tanto. Actualmente exporta Suiza, cada año, relojes de bolsillo por valor de unos cien millones de pesetas.

No faltan en Suiza las fábricas de relojes propiamente dichas, es decir, grandes establecimientos dotados de un personal asalariado y en los cuales se reunen al día, para trabajar, muchos relojeros jornaleros. Pero gran parte de los relojes que se producen en dicho país, en especial los de clase superior, se fabrican de una manera casera, digámoslo así, por cuenta de los llamados *établisseurs;* es decir, que los diferentes operarios relojeros, hombres, mujeres y jovenes, cada uno de los cuales se dedica á la elaboración de una pieza especial del mecanismo, trabajan en sus propias casas, en el seno de la familia, ó en pequeños talleres anexos, y van entregando al correspondiente *établisseur*, ó fabricante responsable, las piezas, á medida que se acaban, recibiendo en pago el precio convenido por cada una. De todos los trabajos que de tal modo se ejecutan, ningunos son tan sutiles como la elaboración de los rubíes y otras piedras preciosas para los quicios de los diminutos pivotes, y la de las espirales de escape. El amolado, taladro y pulimento de las piedras de tamaño de granos de mijo por medio del polvo de diamante, son operaciones que corren generalmente á cargo de jovenes del sexo femenino, y el trabajo de un año entero cabe dentro de una cajita de píldoras, aunque represente, en unión con el material mismo, un valor de más de cien mil pesetas. El solo examen de una espiral de escape, que se puede ver al abrir un reloj de bolsillo cualquiera, basta para dar idea de la habilidad y paciencia que se necesitan en el arte del relojero; sobre todo si se tiene en cuenta que en semejante pieza de acero no se trata sólo de su forma, sino principalmente de la uniformidad

de su temple, de la que depende su utilidad como resorte. La espiral del reloj de bolsillo suele citarse como ejemplo del valor que adquiere, por la elaboración, un material de precio relativamente ínfimo; y en efecto, un kilogramo del mejor acero inglés, tal como sale de la fábrica siderúrgica, cuesta, á lo sumo, cuatro pesetas, mientras que convertido en espirales de reloj, vale más de dos millones.

Durante la fabricación, pasa un reloj por unos cincuenta talleres diferentes. Las partes del mecanismo, ó sean la platina, los puentes, las ruedas, el barrilete, etc., desbastadas de primer intento, van pasando de una mano á otra, ó de taller en taller, examinándolas en sus diferentes estados ó fases el llamado *repasseur*, que es un relojero perito en todas las ramas del arte; y cuando están concluídas hasta cierto punto, se entregan al *finisseur* ó "acabador„. Éste procede á ajustar las diferentes piezas del mecanismo, fijando los puentes á la platina y colocando las ruedas en su sitio, después de repasar con la lima todos sus dientes y pivotes, y dejándolas en disposición de poder andar. En tal estado, el mecanismo pasa al llamado montador de cajas para su colocación en una de éstas, y vuelve entonces al fabricante ó *établisseur* para recibir la muestra y las agujas; se entrega luego á un *repasseur* que vuelve á desarmar las partes movibles para darles el último repaso (como indica su nombre) y cerciorarse de que todo está en orden, y acaba por armarlas de nuevo y colocar el resorte motor. Las piezas referidas no comprenden las más delicadas correspondientes al escape, las cuales se colocan, después de terminado el *repasseur* su trabajo, por el llamado *planteur d'échappement* (plantador de escape); y con esto el reloj se halla concluído, salvo su parte decorativa. Se vuelve á desarmarlo del todo; los tornillos y demás piezas de acero se entregan á un pulimentador especial, y las piezas de latón á otro, menos las que han de ser doradas, y que recibe el dorador; la caja se devuelve también al que la hizo para recibir la charnela, y entonces se entrega al grabador ó *guillocheur*, que le pone los adornos exteriores, y pasa luego al pulimentador de cajas, que la acaba por dentro y por fuera. Por último, las diferentes piezas y la caja se entregan al *remonteur*, que arma el reloj definitivamente, y entonces otro operario especial remata la obra, colocando el cristal sobre la muestra.

En cuanto á la producción de relojes de bolsillo, Suiza domina los mercados del mundo; pero su industria está atravesando actualmente una crisis penosa: los dos sistemas referidos, ó sean el de la fabricación concentrada y el de los *établisseurs*, han emprendido una campaña verdaderamente fratricida, pues á tal punto han llevado ya la competencia, que de quince ó veinte años á esta parte los gastos de fabricación se han reducido en un 50 por 100. En tales condiciones la producción resulta excesiva, y, por desgracia, una gran parte de los relojes fabricados es de calidad muy inferior.

En los Estados Unidos se fabrican en gran cantidad, desde hace mucho tiempo, relojes de pared y mesa, y hoy ya se ha implantado sobre sólida base la industria de los relojes de bolsillo, que toma cada año mayor desarrollo. Una de las primeras fábricas de estos relojes, ó sea la de Giles, Wales y Compañía, en Marion (Nueva York), emplea más de 500 operarios; pero la más considerable de todas es la de Waltham, en el Estado de Massachussets, donde todo se hace á máquina, es decir, por medio de muchas herramientas mecánicas diversas, construídas al efecto, y que trabajan con una precisión sorprendente, como tuvimos ocasión de referir en un capítulo anterior (véase la pág. 63).

Entre los países europeos antes citados y los Estados Unidos, el número de relojes de bolsillo fabricados anualmente se eleva, de seguro, á seis millones. Es verdad que no ha mucho la Revista suiza de relojería calculaba la producción anual de la Confederación Helvética en diez millones; pero varias autoridades competentes son de parecer que esta cifra es muy exagerada, y opinan que en Suiza no se fabrican más de cinco millones de relojes de bolsillo, número bien respetable por cierto; el millón restante, hasta los seis referidos, corresponde á los demás países mencionados. Resulta, pues, que suponiendo trescientos días de trabajo al año, se fabrican diariamente 20.000 relojes de bolsillo; calculando que se trabajen diez horas diarias, corresponden 33 relojes á cada minuto, ó, lo que es igual, próximamente, en cada dos segundos de tiempo se produce un reloj.



Vaso de plata para beber, construído por Sy y Wagner, de Berlín.



PLATERÍA

Y

JOYERÍA

Consideraciones sobre el adorno.—Estilos artísticos.—Materiales de la platería y joyería.—Desarrollo histórico de estas artes: Platería antigua; el arte bizantino y de la Edad Media; Benvenuto Cellini y su influencia; el arte augsburgense; la bisutería moderna.—Procedimientos técnicos: abolladura; engaste de piedras preciosas, esmaltado, nielado, etc.

Si en nuestras consideraciones acerca de la elaboración de los metales nos hubiéramos propuesto seguir un orden cronológico, las artes objeto del presente capítulo debieran haberse tratado en primer lugar; pues la afición á las cosas brillantes y de color, y la inclinación á adornarse con pedacitos de oro hallados casualmente, se manifestaron ciertamente más temprano en la historia de la Humanidad, que el conocimiento de aquellas propiedades de los metales más comunes, que los hacen apropiados para armas, herramientas y utensilios. El hombre debió fundir, moldear y forjar, antes de poder formar un hacha ó cuchillo de bronce ó hierro, mientras que para el adorno primitivo de su persona podía utilizar desde luego el oro nativo, tal

como se presenta á la superficie de la tierra; y como además tuvo conocimiento del oro antes que del cobre ó el hierro, es evidente que los plateros, ó mejor dicho orífices, deben considerarse como los elaboradores más antiguos de metales. Pero en el transcurso del tiempo perdió mucho de su valor este derecho á la prioridad: cuando se supieron hacer espadas y hachas de bronce y hierro, estos metales adquirieron á los ojos del hombre mayor importancia que el oro, por ser mucho más indispensables que éste. En el mero hecho de proporcionarle el alimento y la seguridad personal, el hierro le aseguraba en cierto modo la vida, mientras que el oro no contribuía más que á hermosearla. Por esta razón hemos reservado para el último lugar las artes del platero y joyero, anteponiendo la utilidad al adorno.

En la Introducción general á esta obra (véase tomo I, páginas 72 y siguientes), hemos indicado á grandes rasgos la influencia civilizadora que ejerció primitivamente sobre el hombre, su afición á adornar su persona y efectos; afición en cuya fuente se alimentan tantas artes. Sin darse cuenta de ello, el hombre, en el primitivo período de su desarrollo, contribuía al desenvolvimiento de un concepto de belleza, para el cual nada podía servirle de principio y ley, más que la Naturaleza tan rica y variada que le rodeaba. En este trabajo inconsciente, ninguna revelación, ningún principio abstracto de belleza, como los en cuya invención tanto se complacen los estéticos, le sirvió de guía al hombre; únicamente por sus sentidos percibió las impresiones exteriores, y lo que los fenómenos tienen en común, lo que por ser natural le pareció conveniente, lo aprovechó en último término para la abstracción de lo bello, para ese concepto que halla su expresión más perfecta en el consorcio de la forma y el movimiento. Es evidente que en los diversos pueblos debieron formarse diferentes conceptos de lo bello, según que la Naturaleza les ofreciera distintos objetos característicos como puntos de comparación, en los productos de los reinos animal y vegetal, los contornos de las montañas, las corrientes de agua, el aspecto del cielo, etc. Además, y á medida que se desarrollaba la civilización, entraron en juego otros factores, como las relaciones ó comunicaciones entre los pueblos, nuevas y variadas necesidades de la vida, así como la actividad industrial que respondía á estas necesidades, y cuyos productos variaron mucho según las condiciones de tiempo y lugar. De esta suerte el concepto de la belleza estuvo sujeto á modificaciones que, como es natural, hallaron su expresión en los productos de las artes, manifestándose en diferentes épocas y países en formas generales, que constituyeron lo que llamamos *estilos*.

El principal objeto del estilo es el adorno, que si bien es un factor más ó menos importante en la mayoría de las artes, tiene una importancia especial en la arquitectura, la joyería y bisutería, así como en los demás artes, cuyo fin principal es dar satisfacción á la vista. Por lo mismo, parécenos oportuno,

antes de ocuparnos del desarrollo histórico y técnico de la platería y joyería, comparar entre sí los principales estilos artísticos de diferentes épocas y pueblos; al hacerlo, no podremos prescindir de ciertas referencias á la arquitectura, aunque, por lo demás, sea este arte completamente ajeno á los mencionados; pero no tendremos necesidad de ilustraciones especiales, puesto que se encuentran ya en el primer tomo de nuestra obra. No es nuestro objeto traer al terreno de la comparación todas las modificaciones que ha sufrido el estilo artístico en las diferentes ramas del arte, durante el transcurso del tiempo y entre los diversos pueblos, pues esto nos llevaría demasiado lejos; sólo nos proponemos poner en evidencia las que se relacionan más especialmente con las artes de que tratamos.

Estilos artísticos.—Si en los pueblos bárbaros la *masa* es lo esencial, como determinante del valor del adorno, en naciones más adelantadas la *forma* se hace también valer, y cuanto más se extiende y eleva la cultura, tanto más llega la forma á predominar sobre la masa. Entre los estilos antiguos tienen para nosotros una importancia especial el egipcio, el griego, el etrusco y el romano, y los que se relacionan directamente con ellos; entre los de la Edad Media habremos de considerar el bizantino, el románico y el gótico; y entre los modernos, el del Renacimiento, el *cinquecento* (1450 á 1550), las diferentes variedades francesas (barroco, rococó, etc.), y los ensayos poco felices de nuestros tiempos para producir algo original.

El estilo egipcio se caracteriza por lo macizo, la forma piramidal ó sea la que se va ensanchando hacia la base, la escasez de miembros arquitectónicos y una gran variedad de columnas, cuyo lugar ocupa á veces la figura humana. Para sus adornos, buscaban los egipcios motivos en todos los productos de la Naturaleza, desempeñando papeles importantes las diferentes partes del loto y del papiro; y la riqueza de los motivos se multiplicaba aún más, en el hecho de dar á los ornamentos propiamente dichos un fondo decorado, ó sea adornado, por regla general, con una red de líneas y figuras geométricas; de modo que con un mismo motivo y fondos distintos se producían los efectos más variados. La escritura jeroglífica, tan rica en formas, fué asimismo un medio valioso para el adorno. El arte de los asirios, fenicios, hebreos y otros pueblos del Levante es parecido al egipcio, aunque más pobre que éste, y estrechado por las rígidas instituciones dinásticas y jerárquicas. También se manifiesta la influencia del espíritu egipcio en el desarrollo del arte griego.

En la risueña Grecia, donde se esclareció el concepto de la vida, el arte, reducido á las expresiones naturales más sencillas, se inspiró primero en la idea de la belleza como principio esencial. La interpretación enteramente ingenua de sus fines no halló en sí obstáculo alguno; y como creaba sin preocupaciones, sus obras recibieron el sello de la libertad, fundamento necesario de la armonía y belleza de las formas; los caracteres de la utilidad, seriedad y

dignidad también se hicieron valer en sus lugares respectivos. Los motivos de la ornamentación griega se limitaron al principio al terreno de las combinaciones lineales; pero más adelante aparecieron formas vegetales y animales, aunque tuvieron un carácter enteramente esquemático. Las flores de loto, por ejemplo, que los griegos habían adoptado como adorno, tomándolas de la ornamentación egipcia, solían combinarse de modo á formar un motivo decorativo lineal particular, sencillo, pero de muy buen efecto. Pero con toda su sencillez, el estilo griego se prestaba perfectamente á los trabajos del platero, y los objetos de adorno desenterrados en los lugares de antiguas colonias griegas demuestran la inmensa influencia que tuvo esta clase de ornamentación sobre la romana. Esta influencia se conserva todavía, como lo prueban las muchas imitaciones de motivos artísticos antiguos que producen nuestros plateros.

El estilo etrusco, que ofrece bastantes puntos de semejanza con el griego, al mismo tiempo que mucha originalidad, y cuya sencillez y severidad contrastan singularmente con lo exuberante del estilo romano, ha sido mucho más fecundo para la bisutería que este último. La aplicación de la hoja de acanto como adorno, llevada hasta el exceso por los romanos, no es apropiada para la técnica de los metales, sobre todo para los objetos de adorno personal; pues semejante ornamento, en vez de ser, como debiera, un adjunto elegante de la forma del objeto, la desfigura, relegándola á un lugar demasiado secundario.

La Edad Media, á contar desde el predominio del cristianismo, vió nacer y florecer en Europa diferentes estilos artísticos, ó sean: el de la primitiva iglesia cristiana en Roma, el bizantino, el románico y el gótico. A la misma época corresponde la creación y el desarrollo del estilo mahometano en Asia, Egipto y España, y cuyos elementos ejercieron no poca influencia sobre la parte decorativa del arte cristiano.

El simbolismo, que desempeñaba un papel característico en este arte, era una consecuencia natural de la persecución que sufrieron los cristianos de los primeros siglos, y que les obligaba á reunirse, para su culto, en cuevas, catacumbas y otros lugares escondidos. Se desarrolló primero una especie de escritura figurada ó jeroglífica que, bajo la forma de atributos paganos, contenía para los iniciados los secretos más importantes de la nueva religión, las expresiones del amor al prójimo, la constancia, la fortaleza de ánimo, etc. Este simbolismo se ha conservado hasta nuestros días, como lo prueba la forma de la cruz que se repite con tanta frecuencia en nuestros adornos, amén de las manifestaciones del arte eclesiástico. Pero las demás particularidades del estilo bizantino, caracterizado sobre todo por sus brillantes mosaicos, sólo se han conservado en Rusia.

Sucesores del estilo bizantino, y relacionados con él, fueron los estilos

románico y lombardo, que se manifestaron en las construcciones de los siglos VIII y IX, así como el normando, que apareció en el XI. Aunque el último debe considerarse como raíz ó fundamento del estilo gótico, éste se desenvolvió pronto con entera independencia, sustituyendo al arco de medio punto, hasta entonces en boga, el arco apuntado ú ojival, merced á cuya innovación adquirieron sus obras un carácter de ligereza elegante y de elevación atrevida, abriendo nuevo campo á la fantasía en la parte decorativa. Empero, por grande y excelente que sea el efecto del gótico en las obras arquitectónicas, en los muebles y otros objetos semejantes, sus muchas puntas y esquinas no se prestan bien á los objetos de bisutería, ni al adorno de los tejidos, etc.

Un estilo muy característico, que corresponde á este período, es el sarraceno, mahometano ó morisco, cuyos adornos particulares se manifiestan con tanta variedad y hermosura en la Alhambra. Objetos inanimados, de formas convencionales, especialmente del reino vegetal, y sobre todo líneas y figuras geométricas, que se entrecruzan y enredan de las maneras más variadas y fantásticas; inscripciones ricamente ornadas, principalmente textos del Corán; los colores más brillantes y el dorado, tales son los elementos de una ornamentación que, por sus recursos tan inagotables, es muy superior á todas las demás. En el mero hecho de que dos, tres ó más sistemas de adornos se sobreponen uno á otro sin confundirse, merced á su mayor ó menor relieve, unido á su coloración, se hace posible una variedad infinita de combinaciones, y de aquí el gran valor que tiene la ornamentación mahometana y el buen efecto que produce, tanto en la decoración de grandes espacios como en el adorno de objetos pequeños. Además del encanto que ofrece á primera vista, tiene el atractivo singular de proporcionar al observador atento nuevas sorpresas desde diferentes distancias; pues según el tamaño de sus motivos ó elementos, los diversos sistemas decorativos sobrepuestos se van destacando ó manifestando uno tras otro á medida que el espectador se aproxima.

El arte cristiano recibió en el siglo XIV un gran impulso, y el adorno, más particularmente, se desarrolló con mucha independencia desde el tiempo de Giotto. A esta época y á su estilo corresponde, propiamente hablando, el nombre de Renacimiento, aunque suele aplicarse á una manifestación artística posterior, ó sea al llamado por los italianos *cinquecento*, con referencia al año 1500. Este último, iniciado más especialmente por Benvenuto Cellini, y que degeneró pronto bajo sus sucesores é imitadores, tiende á lo extravagante; mientras que el Renacimiento italiano, partiendo de formas griegas que supo combinar con figuras humanas, de animales y de plantas, responde á todas las exigencias de un adorno armonioso.

El tiempo de Luis XIV se señala por un rompimiento completo con las tradiciones clásicas, pues el estilo correspondiente desdeñó la simetría, y puesta la mira en los efectos drásticos de luz y sombra, buscó originalidad en la inte-

rrupción picaresca ó traviesa de líneas y planos, lo que fué muy del agrado de aquella sociedad tan frívola. Semejantes extravagancias se manifestaron todavía más palpablemente bajo Luis XV, en el estilo barroco, iniciado por Borromini, que buscó la novedad en las formas torcidas; y acabaron por culminar en el estilo rococó y en su representante español el churriguerismo, colmo de lo estrafalario y ridículo en materia de adorno. Mas por absurdas, por descabelladas que fueran estas tendencias del arte, no dejaron de ser fructuosas en ciertas ramas industriales, especialmente en la cerámica, la fabricación de muebles y la bisutería, muchos de cuyos productos llevan todavía hoy el sello de aquella época fantástica.

Pero la reacción era inevitable, y vino, en efecto, huyendo los artistas más sensatos de aquellas exageraciones carnavalescas, para inaugurar, á fines del siglo pasado, una cuaresma neoclásica, durante la cual volvieron á presentarse en escena las puras formas de la antigüedad greco-romana. Este segundo renacimiento fué patrocinado por monarcas como Federico el Grande, Carlos III de España y Napoleón I; pero tanta severidad y formalismo árido no estaban en armonía con nuestra vida moderna, y cuando después de los trastornos políticos que señalaron el primer Imperio en Francia, y turbaron tan profundamente la paz europea, se restableció la calma, viéronse nacer nuevas escuelas artísticas, cuyos partidarios se esforzaron por infundir vida nueva á los antiguos estilos románico, gótico y del Renacimiento, al par que muchos abogaron por un naturalismo craso, que, si era del gusto del vulgo, estaba reñido con los buenos principios estéticos. De la lucha de estas diferentes escuelas por la preeminencia, la que más ha salido ganando es la del Renacimiento (*cinquecento*), cuyos motivos decorativos son los preferidos en la época actual.

MATERIALES

Los orígenes de la bisutería deben buscarse allí donde se despertó primero el sentido de belleza, y donde el hombre empezó á buscar los medios de darle satisfacción. Comenzó por adornar su persona con piedras y semillas de color, plumas y otros productos naturales análogos, que colocaba en el pelo y suspendía de las orejas, cuello, brazos y piernas. Pero, andando el tiempo, se extendió esta afición por el adorno á la habitación y á los utensilios de que se servía el hombre, manifestándose más especialmente en la formación de los vasos. Aunque, merced á la acción destructora de tantos y tantos siglos, carecemos de pruebas positivas en que fundar la anterior suposición, podemos admitirla como valedera para los principios del arte del adorno en todas partes del globo, pues la abonan por completo los ejemplos que nos ofrecen las primi-

tivas tribus de la América meridional, los bushmanos africanos y otros pueblos que se encuentran todavía al mismo bajo nivel de civilización.

De los minerales y metales que se aplicaron ya en una época muy remota á los objetos de adorno, podemos hablar con mayor seguridad. El oro fué sin duda el que primero se empleó al efecto, porque suele encontrarse en estado nativo á la superficie de la tierra y se presta fácilmente á una elaboración en frío; con él empieza nuestra historia, pues los objetos antiquísimos de oro que se han desenterrado en nuestros tiempos conservan todavía su forma primitiva, revelándonos, no sólo el gusto especial de la época en que se hicieron, sino en muchos casos también los medios técnicos aplicados á su elaboración. Después de generalizado, hasta cierto punto, el empleo de los metales preciosos (oro y plata), el hombre aprendió á extraer de sus minerales respectivos el cobre y el estaño, y dando un paso más, llegó á producir con ellos la aleación que llamamos bronce, y que se presta admirablemente á formar ciertos objetos de lujo, como también lo demuestran muchos artículos de adorno prehistóricos encontrados en diferentes puntos. Por otra parte, hubieron de llamar la atención del hombre, por su color, brillo y forma cristalográfica, otros varios minerales, como las piedras preciosas, el ámbar, el jaspe, la nefrita, las ágatas, etc., que, por sí, ó en unión con los metales referidos, aplicó también á los fines del adorno, ora en su estado ó forma natural, ora labrándolos más ó menos toscamente.



FIG. 482.
Pendiente de oro del siglo VII antes de nuestra Era.

No necesitamos advertir que desde los albores, digámoslo así, del adorno, hasta que en la elaboración de los objetos en cuestión empezara á manifestarse cierto gusto artístico, cierto estilo característico, hubo de transcurrir muchísimo tiempo; pero pasaremos por alto este largo período de infancia, pues el interés empieza allí donde nos hallamos en presencia de conceptos definidos.

En los objetos más antiguos que merecen nuestra atención, puede reconocerse en la forma y la elaboración un concepto artístico particular; y nos sorprende desde luego la habilidad técnica que, con medios relativamente tan escasos, pudo producir obras cuya imitación resulta á veces muy difícil, aun con los medios perfeccionados de que hoy disponemos. La fusión, el moldeado y el amartillado del oro, y hasta cierto punto su compresión, son operaciones que se practicaron ya en una época muy antigua, y no debió tardarse mucho en apelar á la ayuda de instrumentos puntiagudos y raspadores para acabar los objetos; pero á esto se hallaba reducido el arte, y si consultáramos á nues-

tros plateros, no vacilarían en afirmar que con medios semejantes bien poco podrían conseguir. Y, sin embargo, existen todavía en Asia, Africa y otras partes del globo artistas que, despreciando nuestros medios técnicos perfeccionados, trabajan de aquella manera primitiva y producen las obras de platería más finas y delicadas; lo mismo que con el telar más tosco que darse puede, sabe producir el tejedor indio los chales más preciosos. La destreza manual, la maña, en unión con tiempo sobrado, digámoslo así, son los mejores auxiliares; con este último no podemos contar, al menos en la medida con que cuentan los pueblos más ó menos aislados y de escasas necesidades; y la destreza de nuestros artistas se va acabando por falta de ejercicio,



FIG. 483. Tibula griega.



FIG. 484. Tibula etrusca.



FIG. 485. Broche etrusco.



FIG. 486. Pendiente romano.

gracias á los medios mecánicos actualmente en boga y que siguen inventándose para ganar tiempo.

Mencionaremos á este propósito un modo especialísimo de elaboración del oro y la plata, que han practicado muchos pueblos desde muy antiguo, y es la *filigrana*, de la que tendremos ocasión de hablar más adelante: el metal se emplea en forma de finos alambres, que se dejan doblar y torcer con la mayor facilidad, permitiendo libre vuelo á la fantasía del artista en la formación y el adorno de los objetos. Ejemplos nos ofrecen las figuras 482, 484 y 485; la primera reproduce un pendiente hallado por Salzmann, con otros objetos análogos, en las ruinas de Kampyros (isla de Rodas), y cuya elaboración se atribuye al siglo VIII antes de nuestra Era. Se compone de un cuerpo de oro macizo, cuyos adornos están en parte tallados, en parte sobrepuestos y soldados; estos últimos son obra de filigrana, formada por alambres y granitos de oro, y en ambos lados se ven pequeñas bolas de este metal, suspendidas en finísimas cadenitas, ó, mejor dicho, trenzas de alambre del mismo. El Museo del Louvre, en París, conserva muchos objetos parecidos.

HISTORIA

Aun cuando careciéramos de las inscripciones jeroglíficas, los libros bíblicos, los escritos de la antigua Grecia, etc., deberíamos suponer que entre los



FIG. 487.



FIG. 488.



FIG. 489.



FIG. 490.

FIGURAS 487 á 490.—Objetos de plata romanos encontrados en Hildesheim.

antiguos egipcios, hebreos y griegos, constituían los plateros una clase bastante numerosa y activa; pues á su arte solía apelarse entonces en muchos casos en que nosotros nos valemos de la pintura y otras artes decorativas. La construcción del templo de Salomón, tal como se refiere en la Biblia, demuestra con qué profusión se empleaba el oro en algunas obras de arquitectu-

ra; y en Grecia ciertas partes de las estatuas, como el ropaje, sandalias, diademas, etc., solían hacerse de oro macizo, ó chapearse con este metal, llevándose semejante lujo hasta el extremo de dorar los cuernos de los animales destinados á los sacrificios religiosos. De esta costumbre ya nos da cuenta Homero, al referir el encuentro del joven Telémaco con Nestor en el momento en que éste y sus hijos se disponían á hacer un sacrificio á Neptuno. Por lo demás, los descubrimientos recientes (1870-1883), verificados por Schliemann en el sitio de la antigua Troya, en Micenas, Orchomenos y Tirins, de cuyas ruinas sacó, entre otros objetos de escultura, cerámica y bronce, gran número de preciosos vasos y adornos de oro, evidencian la importancia que ya tenía la platería ó arte del orífice, siglos antes de nuestra Era. Es muy probable también que la acuñación de las antiguas monedas griegas corriese á cargo de los plateros, cosa que extrañará menos recordando que el célebre Benvenuto Cellini, de nuestro siglo XVI, era á un tiempo platero, joyero, escultor, fundidor de bronces artísticos y grabador de monedas.



FIG. 491.—Brazalete celta.

Son de la mayor importancia para nosotros los objetos de adorno de oro hechos por los etruscos, ese antiguo pueblo de Italia cuyos conocimientos parecen haber sido tan considerables como su inteligencia. Desgraciadamente, y aparte de los objetos de oro y otras materias susceptibles de resistir á la acción destructora de los siglos, son muy contados los productos artísticos etruscos que se conservan; pero lo poco que todavía existe basta para estimular el deseo más vivo por conocer más. En cuanto á los objetos de adorno ó de bisutería, son característicos, no menos por la belleza de sus formas que por lo perfecto de su elaboración, como indican las figuras 484 y 485, y sirven todavía como modelos para nuestros joyeros.

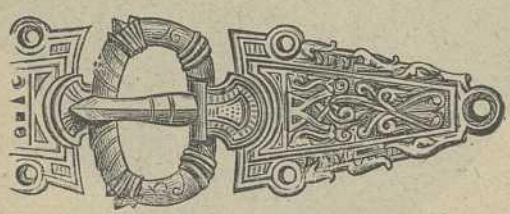


FIG. 492.— Hebilla del tiempo de los Merovingios.

Entre los romanos, hubo épocas en que se desplegó un lujo sin igual en el empleo de objetos de adorno de oro y plata; pues como las grandes cantidades de estos metales que afluían á Roma desde los países conquistados no podían hallar la aplicación que hoy encuentran en el comercio, sus dueños

se complacían en hacer ostentación de tanta riqueza, en forma de vasos, estatuas, alhajas y otros objetos de lujo. Las excavaciones practicadas en nuestros días, en parajes antes colonizados por los romanos, ó por los que solían pasar sus ejércitos, han sacado á luz muchas y muy hermosas obras de la antigua platería. Semejantes tesoros se han hallado con frecuencia en los países limítrofes del Danubio; pero uno de los que más ha llamado la atención es el encontrado el año 1868 en Hildesheim (Hannover), por unos soldados que estaban ocupados en levantar obras de tierra. Los objetos, algunos de los cuales hemos reproducido en las figuras 487 á 490, forman parte de un riquísimo servicio de mesa, que se supone haber pertenecido á Druso, hermano menor del emperador Tiberio, y se conservan actualmente en Berlín. Algunos parecen haber sido fundidos; otros ostentan sencillos adornos de esmalte, ó son de plata parcialmente dorada; los más se hallan adornados con relieves abollados y ricamente cincelados; los pies y las asas están hechos aparte, y luego soldados al cuerpo de los vasos. Nuestros grabados dan una idea de la hermosura de los adornos; los del vaso de la fig. 487, que tiene en realidad 60 centímetros de alto y cuyos pies y asas no fueron encontrados, son de estilo griego y de suma delicadeza.



FIG. 493.
Caliz de cobre dorado del siglo VIII. Estilo bizantino.

En los pequeños artículos de bisutería (fig. 486) que, en tiempo de los romanos como hoy, estaban sujetos al capricho de la moda, se desplegaba una inventiva sorprendente; llevábanse suspendidos de collares toda clase de pendientes en forma de anillos, camafeos, cabeza de león y otros ani-

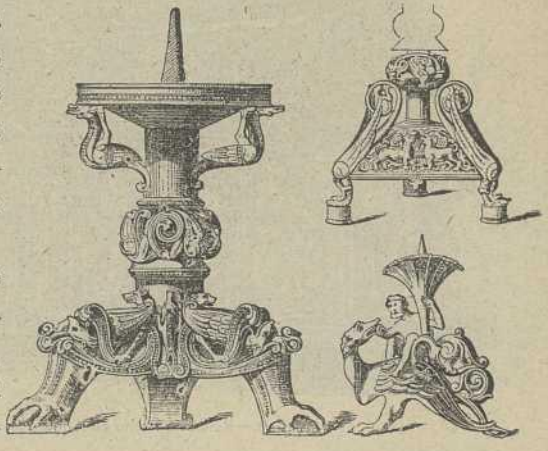


FIG. 494.—Portacirios románicos del siglo XI.

males, figuras mitológicas; en una palabra, objetos tan diversos como los dijes que se llevan hoy en las cadenas de reloj.

Los artículos de adorno de luto, que desempeñaban un papel importante, especialmente entre los etruscos, constituían clase aparte, y se elaboraban de una manera especial, que ha dado lugar á multitud de conjeturas en nuestros tiempos. Estos aderezos de luto ofrecen la particularidad de que, mientras ciertas partes de ellos están elaboradas con el mayor cuidado, y se componen de materiales preciosos, otras brillan por su ausencia ó están hechas con un material de poco valor, ó cuando menos están elaborados de un modo mucho más tosco; particularidad que no es casual, sino que se repite con la mayor regularidad, prestando á las alhajas un carácter singular. La explicación más razonable de semejante imperfección parcial, es que las partes del aderezo toscamente hechas quedaban tapadas por las prendas de vestir, ó sustraídas á la vista de otra



Fig. 495.
Copón románico.



Fig. 496.
Incensario románico.

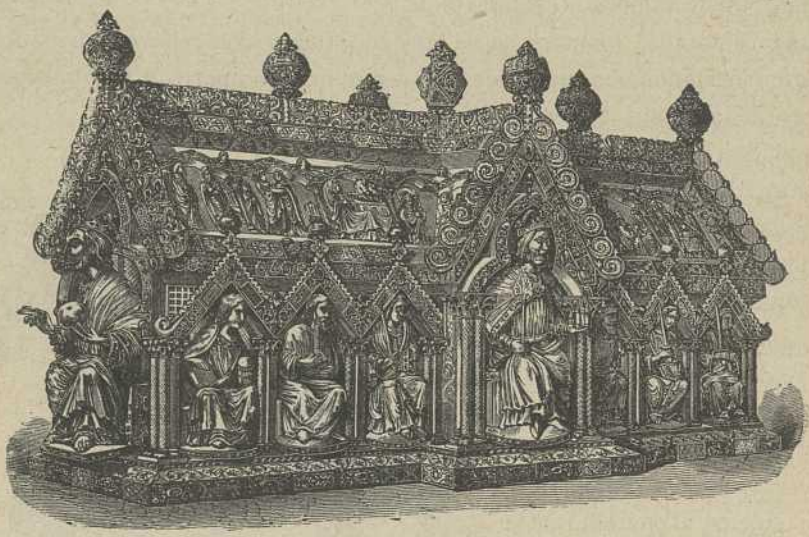


Fig. 497.—Relicario hecho en Aquisgrán por el año 1220.

manera, mientras que las partes acabadas, y que contrastan siempre con aquéllas por la perfección de su cincelado, eran las que únicamente ó más se veían.

Desde la fundación del Imperio de Oriente, ó bizantino, se manifestó en el

arte una influencia que modificó por completo las formas y los modos hasta entonces usuales. El cristianismo oriental se mostró al principio poco amigo del arte, pues el ascetismo preponderante, con el aniquilamiento de la carne por ideal, no podía fomentar materialmente la afición al adorno y al lujo, ni mirar con favor el concepto artístico antiguo. La tendencia vino á sustituir al ingenuo gusto por las cosas naturales; se trató de dar expresión á meras abstracciones, y así como, de una parte, se empezó á emplear sucedáneos (por ejemplo, la chapa de cobre dorado), en lugar del oro legítimo, de otra se recurrió al símbolo. La idea que se quería expresar se sobrepuso á la forma. Estos motivos explican las particularidades del arte bizantino, que fué exclusivamente eclesiástico (fig. 493). Semejante rigor de un lado, y de otro la influencia de los bárbaros de Oriente, que no estaban por cierto reñidos con el fausto, pero que carecían por completo de los conceptos de belleza de los griegos, trajeron consigo una degeneración del arte del platero. Se comprende perfectamente, en efecto, que un arte que se había desarrollado al calor de la fantasía natural, en una atmósfera de libertad y gallardía intelectuales, no podía prosperar en una época en que sus hermanas la Ciencia y la Poesía estaban condenadas al sueño. Las musas abandonaron al pueblo que había tenido antes por misión la propaganda de la cultura.



FIG. 498.—Vaso del tesoro de Saint-Denis.

Hacia mediados del siglo XI empezó á dar nuevas señales de vida el arte que nos ocupa, y fué en los países alemanes bañados por el Rhin, en aquellas risueñas comarcas donde la arquitectura gótica recibió tan señalado impulso, donde volvió á manifestarse el Renacimiento. Los plateros y los joyeros de esta época trabajaban principalmente en aras de la Iglesia, es decir, que sus principales obras se destinaban á los usos del culto; y como indican claramente los graba-

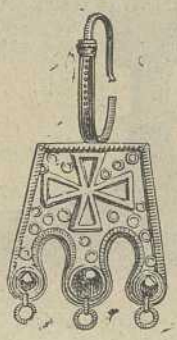


FIG. 499. Pendiente bizantino.



FIG. 500. Sortija del siglo XIV.

dos adjuntos (figuras 494 á 498, y 500 á 503), llevaban el sello especial de los estilos arquitectónicos en boga, ó sean el románico primero, y luego el gótico. Este carácter arquitectónico de aquellas alhajas eclesiásticas resalta más especialmente en los riquísimos relicarios, hechos de oro y plata y adornados con pedrería, de los cuales la fig. 497 ofrece un precioso ejemplo; se les daba en miniatura la forma de iglesias, capillas ó sarcófagos, en consideración á los restos de santos, verdaderos ó supuestos, que estaban llamados á contener.

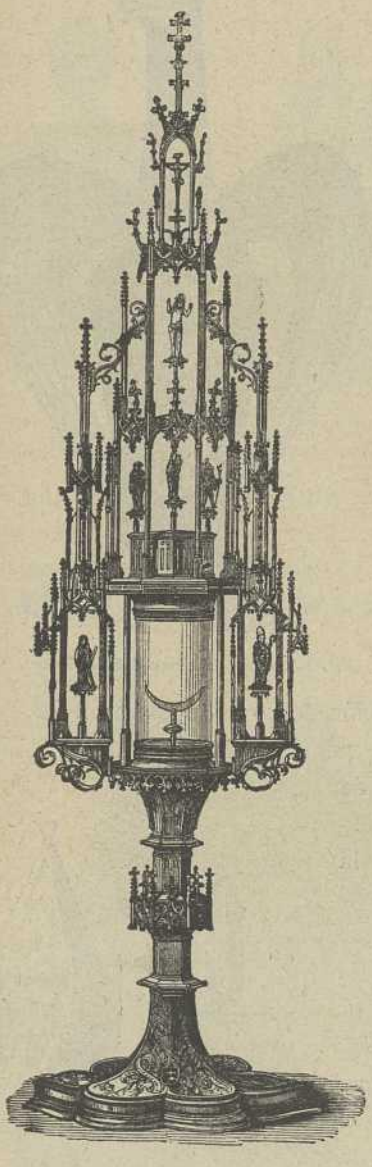


Fig. 501.—Custodia gótica.

En Francia recibió este arte un impulso notable á manos de Sugerio, que era un verdadero "padre de la patria„, como le llamaba Luis VII, de cuyo monarca era Consejero y Ministro. Este hombre, de ideas libres y levantadas, supo apreciar las influencias que en tiempos como los suyos podían ejercerse sobre los ánimos de una manera doblemente provechosa. Hizo reconstruir con gran magnificencia la catedral de Saint-Denis, y dió así lugar á los artistas y artífices para demostrar lo que eran capaces de hacer, tomando también él mismo parte activa en la dirección de las obras. Los mejores plateros de aquel tiempo procedían de la Lorena; la mayor parte de sus obras ha desaparecido, pero lo poco que aún se conserva demuestra los grandes progresos que habían realizado en un período relativamente corto. Un hermoso ejemplo ofrece el engaste del vaso que reproduce la fig. 498, y que se conserva en la catedral referida; la obra de platería, ó sean la cabeza y cuello, las alas, los pies y la cola del águila, corresponde al siglo XII ó XIII; el vaso mismo, de pórfido rojo, es mucho más antiguo y de procedencia desconocida. Sugerio, que murió el año 1151, debe considerarse como el regenerador de las bellas artes en Francia; su ejemplo halló también resonancia en los países vecinos, especialmente en Inglaterra, que antes no se había distinguido por sus productos artísticos.

Si hasta entonces la elaboración de objetos para el culto religioso y de insignias reales había constituído la ocupación casi exclusiva de los plateros y joyeros, no tardó en desarrollarse entre los magnates y personas principales un lujo que abrió nuevo campo á la habilidad de aquéllos. Muchos príncipes rivalizaron en magnificencia y prodigalidad, refiriéndose, entre otros hechos, que, con ocasión de los festejos que tuvieron lugar en París el año 1389 para celebrar la venida de Isabel de Baviera, se repartieron presentes en forma de alhajas de oro y pedrería, por valor de más de 60.000 coronas de oro, suma enorme para aquellos tiempos. Como antes en Roma, las riquezas en metales y piedras preciosas se fueron convirtiendo en servicios de mesa y otras alhajas y objetos de adorno, sin perjuicio de la cantidad relativamente corta de oro y plata que se necesitaba para la moneda. El anillo particular de estilo gótico que reproducimos en la fig. 500, y es obra del siglo XIV, da una idea del gusto de esa época. No podemos entrar en consideraciones acerca del mérito de los principales artistas; pero uno de ellos merece nuestra particular atención, no sólo porque nos recuerda la preponderancia de Italia en todo lo relativo á las bellas artes, sino también porque fué un artista de los más célebres y que más contribuyó al fomento de la platería.



FIG 502.—Cáliz gótico.

Benvenuto Cellini, pues á él nos referimos, nació en Florencia por el año 1500; sus padres deseaban que se dedicara á la música, pero su inclinación propia le llevó á aprender el oficio de platero, que entonces era muy considerado. "A la edad de quince años, dice él mismo, entré como aprendiz, contra la voluntad de mi padre, en el taller del orífice Antonio di Sandro, apodado "Marcone„. Mi padre le prohibió que me diera un sueldo, por pequeño que fuera, y de este modo aprendí el arte únicamente para mi propia satisfacción.„ Cellini llegó pronto á ser el trabajador más hábil en aquel taller; pero á consecuencia de un desafío, tuvo que abandonar la ciudad cuando tenía dieciséis años, y se marchó á Siena, donde entró al servicio del platero Francesco

Cactoro. Después se fué á Bolonia, donde se perfeccionó más especialmente en el dibujo, pero siempre ganaba su sustento con trabajos de platería. De regreso á Florencia, alcanzó rápidamente gran celebridad, tanto por su habilidad técnica como por la originalidad de sus conceptos artísticos, de modo que los plateros más considerables se disputaban sus servicios; pero Cellini quería establecerse por cuenta propia, y como no podía conseguirlo en su ciudad natal, se marchó á Roma, donde Clemente VII acababa de ser elevado al solio pontificio. La estancia en este gran centro fué de la mayor importancia para Cellini, tanto por su contacto con artistas célebres y encumbrados personajes, como por las muchas obras que éstos le encargaron. Era moda por entonces llevar en los sombreros medallas de oro, adornadas de diferentes maneras, especialmente con figuras mitológicas ó alegóricas cinceladas; pero en muchos casos dichos objetos reclamaban diversos trabajos del platero, como el grabado, el esmaltado, etc., y uno de los más preciosos, obra de Benvenuto Cellini para el gonfaloniero Gabriello Cesarino, se conserva actualmente en el museo de antigüedades de Viena, y representa el mito de Leda. Corresponden también al mismo período de la vida de dicho artista sus célebres incrustaciones de oro y plata sobre armas, que eclipsan por completo los trabajos del género hechos en la misma época por artistas turcos.



FIG. 503.—Crismera gética.

La toma de Roma por el condestable de Borbón, y los trastornos políticos que sobrevinieron, no eran favorables para los trabajos artísticos; además, Cellini era joven y de sangre ardiente, y hubo de dejar el cincel por la espada y tomar parte activa en aquellas luchas. En 1534, cuando Alejandro Farnesio fué elegido Papa con el nombre de Pablo III, Cellini aceptó el puesto de "maestro de la moneda„, en Florencia, que le ofreció Alejandro de Médicis; pero poco tiempo después, y á consecuencia de una riña en la que mató á un hombre, tuvo que volver á Roma en busca de absolución; y como no hallara en el papa Pablo III la generosidad y gusto artístico de su predecesor, tomó la decisión de ofrecer sus servicios al rey Francisco I de Francia. Llegado á París el año 1537, no le satisfizo su destino, y de regreso otra vez á Roma con objeto de establecerse definitivamente, se vió acusado de haber malversado cierta cantidad de oro en su anterior empleo como orífice y maestro de moneda de Clemente VII; reducido á



FIG. 504.
Sortija veneciana del siglo XVI.

prisión con este motivo, recobró al fin la libertad por favor del cardenal Ferrara, para el cual ejecutó entonces diferentes obras, entre ellas un célebre salero de oro, esmaltado con figuras alegóricas, que todavía se conserva en Viena.

Solicitado por Francisco I, Cellini volvió á Francia, y aquí empieza el período más fecundo de su vida. El rey puso á su disposición el castillo de Petit-Nesle, en el que estableció su taller, y con ayuda de operarios italianos y alemanes ejecutó muchas obras maestras, principalmente de bronce. No pudo quejarse, por cierto, de la consideración de que era objeto; y sin embargo, era



FIG. 505.—Taller de un platero en el siglo XVI.

de carácter tan vanidoso y pendenciero, que en 1545 volvió á Florencia, únicamente, según dijo, en vista de la enemistad de la duquesa de Etampes, querida del rey. En su ciudad natal ejecutó el modelo de su célebre estatua de Perseo, y poco después marchó á Venecia, para volver pronto á Florencia, donde se ocupó en la elaboración de numerosos vasos artísticos, alhajas, medallas y pequeños bustos, y especialmente en la conclusión de su "Perseo cortando la cabeza de la Medusa„, obra maestra que quedó fundida en bronce el año 1548. Aunque no carece de defectos de detalle, los contornos generales y movimientos de Perseo son de mucha excelencia; y en general, lo que se admira en los trabajos de Cellini, más que la perfección técnica, es la originalidad de invención, la independencia de las ideas, para cuya expresión se apoyó en las leyes de la Naturaleza y los modelos clásicos. Fué desde luego un artista creador,

que ensanchó el horizonte de su arte, y que por esto merece todavía admiración, por más que sus obras hayan sido superadas por artistas posteriores. No se tiene hoy idea precisa acerca del número de ellas, pues muchísimas han desaparecido, y otras que podrían atribuírsele, no llevan su nombre. Los últimos veinte años de su vida los pasó Cellini sosegadamente en Florencia, donde murió el año 1571. Su influencia sobre la platería de aquellos tiempos se manifestó en todas partes. Italia contaba á la sazón con gran número de artistas renombrados en este arte, aunque no tanto como Cellini, y entre ellos debemos mencionar al joyero *Caradosso*, de Roma, cuyas obras esmaltadas rayaban casi á la altura de las del célebre florentino. Pero el genio de éste se hizo patente en un campo mucho más extenso, en el que no se atrevieron sus contemporáneos; y fué el representante de un estilo que había creado en gran parte él mismo, y que predominó en los trabajos de sus sucesores de los siglos XVI y XVII. Nuestras figuras 506 á 509 reproducen algunas de estas obras, y la lámina XIII representa una hermosa imitación moderna del mismo género, ejecutada en Berlín. No podemos alabar sin reserva el estilo de Cellini, pues se aparta sensiblemente del rumbo de ese hermoso período artístico iniciado por Giotto, que fué la gloria de Italia; en muchos casos sus adornos se extralimitan, la idea y la ejecución no guardan siempre la debida relación entre sí, padece con frecuencia la obra artística por el demasiado naturalismo de expresar ó tratar la idea; y la consecuencia fué que la libertad y el atrevimiento artísticos del maestro degeneraron frecuentemente en pura arbitrariedad en las obras de sus discípulos é imitadores, sobre todo por desconocer éstos la esencia del adorno.



Fig. 506.—Vaso artístico del siglo XVI.

En efecto; el adorno debe ser un adjunto, un aditamento; el objeto sobre el cual se aplica, ora sea un botón, un alfiler ó un vaso, responde por sí á un fin, á un uso determinado; su forma debe corresponder á este fin, y los adornos que se le añadan, no sólo no deben servir de estorbos, sino que, si obedecen á una idea susceptible de expresión, deben referirse precisamente en cada caso á dicho fin utilitario. Un brasero, por ejemplo, en forma de un piano ó

de un violín, sería el colmo del ridículo y del mal gusto; y sin embargo, se dan extravagancias por el estilo. Los antiguos no se libraron del todo de ellas, pues entre sus objetos de cerámica desenterrados en nuestros tiempos, se ven vasos de beber en forma de cabeza de jabalí, los cuales, al tiempo de llenarse, debían colocarse con la parte superior hacia abajo, sirviendo como pies las orejas y el hocico. Esta tendencia extraviada se manifestó con la mayor exageración en los últimos tiempos del Renacimiento, multiplicándose los vasos en forma de dragón, león y otros animales, que respondían pésimamente á su objeto. Se dice que la gracia, el chiste, digámoslo así, de semejantes objetos, compensa su poca utilidad; pero aun admitiendo el chiste, éste resulta pronto insulso para los que de continuo se sirven de tales vasos. Sin embargo, aunque el mal gusto hubo de manifestarse más de lo regular en la época de que hablamos, el estilo de Cellini contribuyó poderosamente á avivar la fantasía de los plateros y joyeros; y al mismo tiempo, y merced á las riquezas del Nuevo Mundo, recién descubierto, en especial á la abundancia de los metales preciosos, tan superior á las necesidades monetarias, su arte prosperó como nunca.



FIG. 507.—Vaso artístico del siglo XVII (Dresde).

Andando el tiempo aumentaron el lujo y la extravagancia, y se desarrolló en Francia, mas especialmente, el arte de la bisutería; pero respecto del gusto artístico la degeneración se fué acentuando también, convirtiéndose cada vez más el noble estilo del Renacimiento en una mera caricatura. No faltaron, por cierto, algunas obras de verdadero mérito; y por otra parte disimula los defectos artísticos la perfección de ciertos modos técnicos, como el esmaltado, la talla de piedras preciosas y sobre todo la del cristal de roca, cuyo materia diáfano, en combinación con el oro y la plata, dió lugar á la producción de objetos de la mayor hermosura. Pero la impresión general que producen las obras de este período no es comparable con la de los trabajos correspondientes á la segunda mitad del siglo XV y primera del XVI.

Una tendencia muy característica de los siglos XVI y XVII, y que tuvo

también sus representantes en el XVIII, fué la elaboración de toda clase de objetos en miniatura (juguetitos podemos llamarlos); tendencia que contribuyó á fomentar en gran medida la afición de las personas pudientes á formar colecciones de curiosidades. Las llamadas cámaras artísticas procedentes de aquellos tiempos, entre las cuales citaremos las célebres colecciones del castillo de Ambras, en el Tirol, y del *Gruene Gewoelbe* (cámara verde) del palacio de Dresde, contienen multitud de semejantes objetos de fantasía. El sacerdote calabrés Faba se hizo célebre por las cositas de talla que hacía, representando, por ejemplo, plásticamente, en una sola cáscara de nuez, todas las fases de la Pasión de Jesucristo, ó formando carruajitos con sus correspondientes troncos y personas del tamaño de un grano de cebada. Flotner, de Nurenberg, talló en la superficie de un hueso de cereza nada menos de 113 caras humanas; Neuburger producía en los mismos huesos de cereza, cuadros bíblicos enteros, y lo propio hacía Kleinert en huesos de albérchigo. Otras obras minuciosas del género producían Maslitzer y los hermanos Jamnitzer de Nurenberg, en oro y plata fundidos; Pier di Nono, de Florencia, y Siries, de París, en filigrana; Lochner de Nurenberg y Rucker de Augsburgo, en hierro; y Pronner, de Carintia, en marfil y coral. Pero un género especial de estos juguetitos se cultivó principalmente en Augsburgo, y consistía en la reproducción, en pequeña escala, de cuadros extensos ó escenas de la vida diaria, en diferentes esferas sociales, con un lujo sorprendente de detalles. Un ejemplo muy característico de este género augsburgense nos lo ofrece la reproducción exacta de todo un castillo de la época, con sus correspondientes dependencias agrícolas, que el duque Felipe de Pomerania encargó al rico ciudadano de Augsburgo Felipe Hainhofer, y que éste ideó é hizo ejecutar por diferentes artistas. La preciosa obra de ebanistería la produjo Baumgartner, y en la elaboración de sus innumerables figuritas y objetos de oro, plata, cobre, marfil, etc., colaboraron plateros, tallistas, torneadores, grabadores y pintores, cuyos nombres no necesitamos recordar. Tratábase de ilustrar la vida señorial y de las gentes del campo; en el castillo y demás edificios todas las figuras y

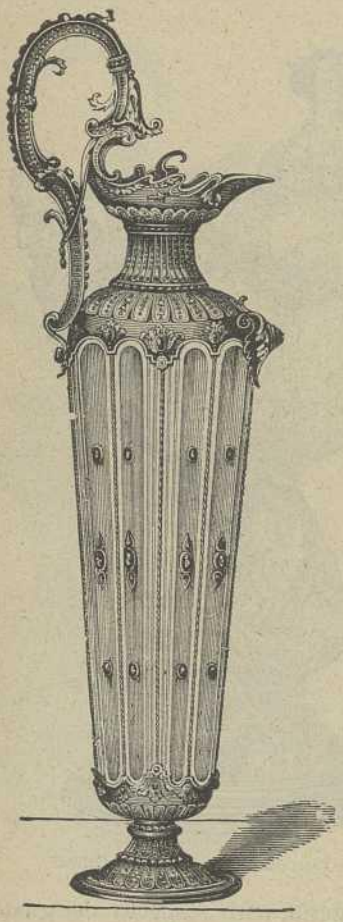


FIG. 508.—Vaso de ónice del siglo XVII (Dresde).

objetos diversos se encontraban en sus respectivos sitios, como podía verse levantando los tejados y ciertas porciones de las paredes; mientras que en los campos de los contornos las figuras de personas y animales, los cercos, árboles, etc., se hallaban desde luego á la vista. La torre que coronaba la entrada al gran corral del castillo estaba erizada de partesanas, así como de falconetas y armas de fuego análogas. El palomar se hallaba reproducido hasta en su menor detalle, y bajo el cobertizo correspondiente se reunían toda clase de carros, arados y otros artefactos propios de las faenas agrícolas. En la armería, situada en una torre del castillo, se veía una colección de petardos, morteros, lanzas, espadas, puñales, alabardas, armaduras, etc.; al paso que en el interior del edificio principal todos los muebles y útiles, hasta el objeto más insignificante, se encontraban en su sitio, viéndose representadas personas en cama, á la mesa, al calor de la lumbre, el cocinero ocupado en su oficio, los criados en sus diversas faenas, y los niños jugando. El castillo ostentaba también un reloj que andaba y sonaba; en el tejado no faltaba el clásico nido de grullas con sus inquilinos, que se levantaban agitando las alas; y aparte de otras muchas aves de adorno, como pavos reales, se veía una faisanería ricamente poblada. En las cuadras se encontraban caballos, vacas y otras clases de ganado; en la huerta y el jardín estaban fielmente reproducidos los frutales, las hortalizas y las flores más diversas; había también fuentes en cuyas aguas nadaban cisnes, gansos y patos, y en los campos cercanos se veían grupos de hombres, mujeres y niños dedicados á las diferentes faenas campestres: en suma, todo lo que podía contribuir á dar una idea de la vida del campo y doméstica, ejecutado en escala muy reducida y con la mayor precisión.

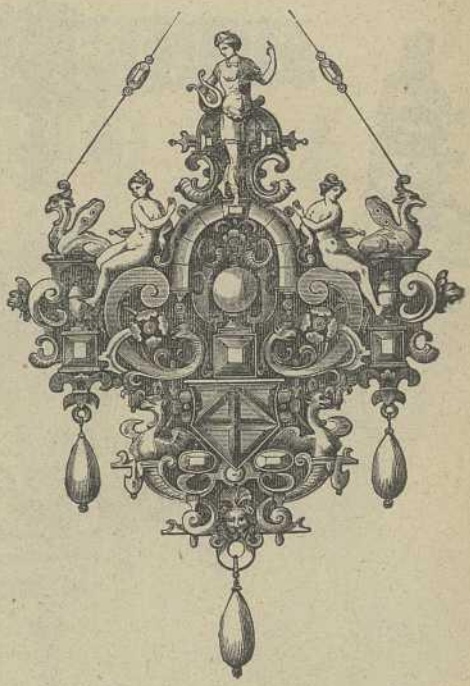


FIG. 509.—Pendeloque. Escuela de Benvenuto Cellini.

El orífice *David Altenstetter*, de Augsburgo, era muy celebrado por entonces por sus esmaltes, de los que conserva el Museo nacional bávaro preciosos ejemplares; otros esmaltistas renombrados fueron los *Dinglinger*, de Dresde, *Magstens*, de Stockholmo, é *Ismael Mengs*, de Hamburgo. En la Cámara Verde de Dresde se conservan varias de las obras principales de Juan Melchor

Dinglinger, joyero y protegido de Augusto el Fuerte; obras del género particular que llamamos augsburgense, pero cuya significación en varios casos no es fácil adivinar. Una de ellas representa, según el catálogo de dicha colección, un museo egipcio de antigüedades, ó un sistema de mitología egipcia, con arreglo al concepto de Dinglinger, esto es, de un hombre que seguramente no conocía de Egipto más que el nombre. Pero su obra más célebre es la llamada "Corte del gran mogol Aurang-Zeb, de Delhi,„ que es un trabajo

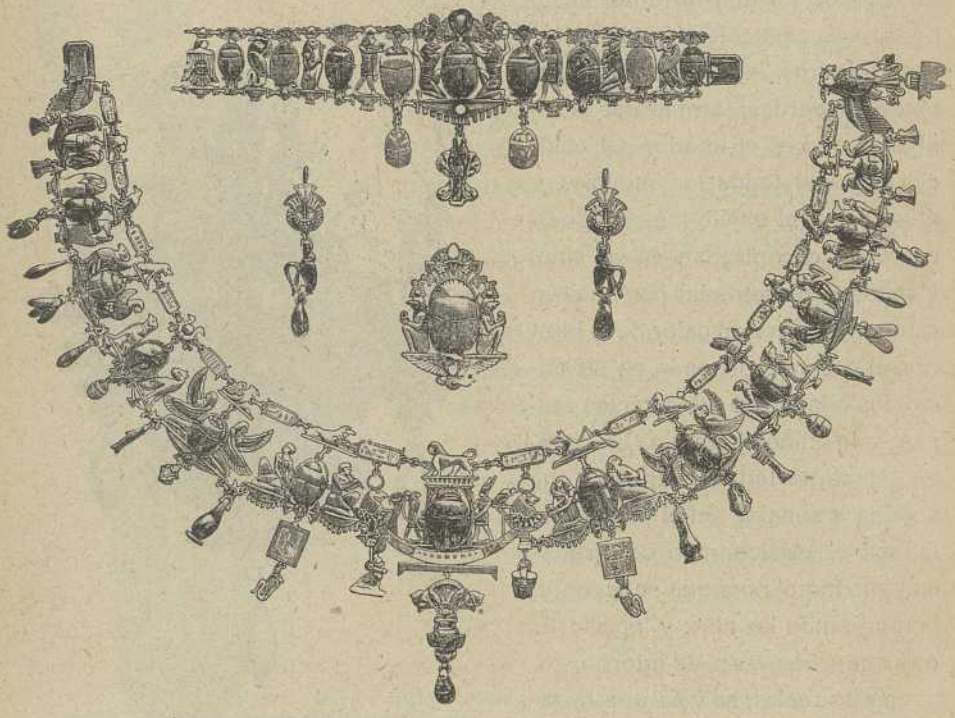


FIG. 510.—Aderezo de oro, de estilo egipcio, hecho por Emile Philippe, de París.

en el que emplearon Dinglinger con su familia y catorce oficiales nada menos de ocho años (de 1701 á 1708), y en pago del cual recibió 58.485 thalers (cerca de 220.000 pesetas). Es una especie de centro de mesa, consistiendo en una gran plancha ó bandeja de plata de metro y cuarto, próximamente, en cuadro, dividido en tres patios rodeados de edificios, también de plata; el Gran Mogol aparece en el fondo, sentado, en un pabellón ricamente adornado, sobre un trono formado con pavos reales; detrás de él se levanta una plancha de ónice con un sol resplandeciente y un león, mientras que delante se ven su guardia y servidumbre; y en el primer plano aparece una procesión de vasallos, portadores de regalos, en trajes fantásticos, que sólo existieron en la imaginación del artista. Todas las figuras son de oro, y riquísimamente esmaltadas.

En cuanto á nuestro siglo, la platería y la joyería han tomado en los últimos tiempos un vuelo notable, tanto en el sentido técnico como en el artístico. Esto se debe en parte á los progresos mecánicos y químicos, pero principalmente á que nuestros artistas han reconocido, por fin, que cuando á la fantasía no se le revelan espontáneamente nuevos motivos artísticos, es inútil buscar á la fuerza originalidad, y vale más tomar por norma las tradiciones antiguas, y por modelos las hermosas obras de otros tiempos. El estilo



FIG. 511.—Vasos de plata, de estilo romano antiguo, hechos por Schultz, de Berlín.

naturalista que predominaba entre nosotros hasta recientemente, y que mejor parecía prestarse á los fines de la bisutería, no resulta capaz de satisfacer las exigencias del buen gusto, enfrente de una ornamentación sencilla y armoniosa como la que crearon, por ejemplo, los griegos y etruscos. Esta verdad se ha reconocido ya por segunda, ó, mejor dicho, por tercera vez en los últimos siglos, y nuestros mejores joyeros han vuelto á la ornamentación que siempre agrada al sentido estético y al gusto bien educado, imitando fielmente los antiguos modelos, ó tomando al menos sus motivos para formar nuevas combinaciones. En los escaparates de nuestros plateros y joyeros admiramos hoy trabajos de estilo egipcio, asirio, etrusco, bizantino, etc., y las figuras 510 á 513 demuestran con qué acierto y delicadeza se valen los mejores artistas del

día, de las enseñanzas de la antigüedad. Pero este rumbo no es el único, ni siquiera el principal que se sigue actualmente; sino que la tendencia más señalada en las obras de platería y bisutería del día, es un retorno al carácter artístico que sella las mejores producciones del Renacimiento (fig. 514).



FIG. 512.
Cajita de plata oxidada, hecha en Gmünd.

Francia, y más especialmente París, que hace tiempo lleva la batuta en materias de gusto, camina á la vanguardia en esta evolución artística; y es que en dicha capital concurren numerosas circunstancias favorables para el desarrollo de las industrias artísticas. La situación central de la inmensa cuanto hermosa ciudad; su riqueza en museos, colecciones y demás medios instructivos; la aglomeración, digámoslo así, en su seno de obreros, artistas y hombres de ciencia de primer orden; las excitaciones que resultan para la fantasía del continuo y alegre bullicio de tantos extranjeros de todas partes del globo, y, mediante éstos, la generalización tan rápida de todos los progresos que se realizan; la activa competencia y otros muchos factores que sería prolijo enumerar, estimulan constantemente las fuerzas, haciendo que los menos capaces suplan con su laboriosidad y esmero al genio innato que facilita el trabajo de los más favorecidos por la Naturaleza.



FIG. 513.—Copón de estilo bizantino, hecho por Vogenos de Aquisgrán.

El arte de la joyería, más especialmente, recibió en París un notable impulso, merced á la adquisición para el Museo del Louvre de la célebre colección de Campana, que comprende un número considerable de las mejores obras antiguas del género, pues ofrece una fuente inagotable de los modelos más hermosos; pero aparte de esta circunstancia y del hecho de que los joyeros parisienses saben valerse de toda clase de medios mecánicos, en lo que se distinguen sobremanera es en la habilidad ó talento con que saben expresar ó dar cuerpo á sus conceptos en la forma más agradable. Puede afirmarse con toda seguridad que nunca se hicieron objetos de bisutería tan preciosos y perfectos como los que se producen actualmente; pues si bien los

artistas antiguos dieron tal vez prueba de mayor inventiva, los modernos les dejan atrás en cuanto se refiere á la ejecución técnica. Pero no todos los objetos de bisutería se producen hoy como obras de arte, sino que, merced á las aplicaciones mecánicas, se ha llegado á fabricarlos en masa y de un modo económico. Es verdad que en muchos casos semejantes objetos no son modelos de buen gusto; pero en los últimos tiempos se observa una mejora notable en la fabricación desde el punto de vista estético.

Además de París, son célebres por sus joyeros, Roma, Génova, Londres, Berlín y Viena, mientras que en Hanau (Prusia), Gmund (Wurtemberg), y Pforzheim (Baden), la fabricación en masa de artículos de bisutería de todas clases ha tomado un desarrollo extraordinario en los últimos tiempos. Sólo en Hanau, población de unas 25.000 almas, se ocupan en dicha fabricación de dos mil á tres mil personas, pasando anualmente de seis á siete millones de pesetas el valor de los materiales en bruto que elaboran. La mayoría de los fabricantes se dedica en exclusivo á la bisutería ó joyería; algunos producen como especialidad cadenas de reloj y collares; y otros son plateros en el sentido literal de la palabra, produciendo exclusivamente objetos de adorno de plata, grandes y pequeños, como hacen los celebres fabricantes Christoffle de París y Elkington de Birmingham. Entre los objetos de platería, constituyen una especialidad los de plata oxidada, que se producen hoy en gran cantidad.



FIG. 514.
Fuente de plata cincelada, hecha por Froment-Meurice, de París.

Al lado de los joyeros y plateros propiamente dichos, trabajan grabadores, esmaltadores, tallistas de camafeos y piedras preciosas, habiéndose montado recientemente un taller para labrar diamantes, que es uno de los pocos que existen en Alemania. La ley del oro que se elabora en Hanau, varía según los mercados á que se destinan los objetos, pues en algunos paises se prohibe la venta de artículos de oro de ley inferior. Con este metal precioso se fabrica todo género de artículos de adorno de las formas más variadas, desde el sim-

ple anillo liso hasta la diadema más espléndida, destinada á ser lucida en los salones de príncipes, inclusos collares, braceletes, pendientes, cadenas, órdenes, colgantes, hebillas, y también objetos de mayor tamaño, como vasos artísticos, centros de mesa, etc. Se pone un cuidado especial en la fabricación de la bisutería más fina, existiendo con tal objeto en Hanau una Academia para la instrucción artística de los operarios; pero además se producen allí, como ya dijimos, muchos objetos de plata ordinaria y oxidada, y también otros de cobre dorados y plateados galvánicamente, así como ciertos artículos finísimos de hierro fundido.

La fabricación de que tratamos se halla en Pforzheim todavía más desarrollada que en Hanau, aunque brilla más por la cantidad que por la calidad. Allí se elaboran anualmente los metales preciosos por valor de veinticinco millones de pesetas, pasando de treinta el de los productos acabados, y hallan empleo en esta industria unos 8.000 operarios, distribuídos en cerca de 280 fábricas, al lado de las cuales existen otros 150 talleres de bisutería más modestos, que sólo ocupan de uno á cuatro operarios. En Gmund, donde se encuentran más de dos mil trabajadores dedicados á la bisutería, constituyen especialidades los artículos estampados, así como los formados por la vía galvanoplástica.

PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS

En las consideraciones siguientes, relativas á los principales procedimientos técnicos aplicados á la platería y joyería, podremos concretarnos tanto más, cuanto que hemos tenido ocasión en otras partes de esta obra de tratar de la elaboración de los metales, el esmaltado, la talla de piedras preciosas, etc.; de modo que sólo es cuestión de aplicar al caso particular los principios generales ya expuestos y conocidos de nuestros lectores.

La elaboración del oro y de la plata macizos es la más sencilla, puesto que sólo reclama los medios ordinarios, consistentes en fundir, doblar, estirar, amartillar, limar, soldar, cincelar, etc.; en ella, el platero obra esencialmente de la misma manera, aunque en escala más reducida, que el fundidor de bronces, el hojalatero y otros industriales análogos, si bien con mayor arte y esmero, en vista de su objeto especial y del valor más considerable de sus materiales. En las primeras fases de desarrollo de la platería, los objetos se formaban casi exclusivamente por el moldeado en estado fundido, y el amartillado en frío de barras y planchas de oro y plata. En algunos pueblos, los plateros se han dedicado, y se dedican todavía con preferencia, á los trabajos de *filigrana*, que dependen únicamente de la habilidad manual del operario, y en los cuales el oro y la plata se emplean en forma de alambre ó hilos finos, y de granitos, como indica claramente el nombre. El arte de la filigrana ha

decaído mucho en nuestro país, pero florece todavía en Italia y también en Rusia, Suecia y Noruega, Turquía, Egipto, la India y otras partes, en cuyos países orientales se producen obras maravillosas del género.

La elaboración de objetos de adorno huecos, en la cual los metales preciosos se emplean en forma de chapa delgada, reclama medios técnicos más numerosos y sutiles que la de los metales macizos, verificándose mediante prensas y matrices la estampación mecánica ó la abolladura á mano. Esta última es un procedimiento muy antiguo, que se basa en la gran ductilidad del oro y la plata; se aplica principalmente á la formación de vasos y objetos huecos análogos, y se presta, en manos hábiles, á la producción de obras de gran mérito artístico. Los metales se elaboran en estado de chapa, formándose los objetos



FIG. 515.—Joyero trabajando con el parahuso.

de primera intención por los mismos sencillos procedimientos que emplea el calderero, adornándolos y acabándolos después por la abolladura y el cincelado. Según la forma del objeto, se verifica este trabajo de diferentes modos, y ya en tiempos de Benvenuto Cellini se distinguían los dos de abolladura llamados *minuteria* y *grosseria*. El primero, que es también el más sencillo, consiste en colocar la chapa de oro ó plata, ó el objeto formado de primer intento, sobre un modelo de bronce, haciéndole tomar la forma de éste en todos sus detalles, por medio de presión, frotamiento y ligeros golpes, ejercidos con diferentes herramientas, entre ellas martillos de diversas formas. El artista tiene que poner especial cuidado en que el metal precioso se amolde perfectamente al modelo; y para conseguir el efecto de los detalles más finos, se vale en último término del buril. Según el modo dicho *grosseria* por los italianos, los relieves no se producen por medio de un modelo, sino mediante el simple amartillado de la pieza, y se aplica principalmente á vasos y objetos huecos de boca ó cuello estrecho, en los cuales no se podría introducir semejante

modelo. El vaso de antemano formado, esto es, con sus contornos generales perfectamente hechos, se rellena con pez fundida, ó en algunos casos con una aleación plomiza, convirtiéndose de este modo en un cuerpo macizo que, bajo los golpes del martillo ó de otro instrumento, da más ó menos de sí, sin perder su forma general. En la superficie lisa del vaso se trazan entonces los contornos de las figuras ó adornos, y se les da realce de primer intento por medio del martillo y el punzón, hundiendo un poco las partes correspondientes; pero todo lo demás, incluso la parte más delicada del trabajo hasta su conclusión, se verifica por abolladura con el martillo, á cuyo efecto se vacía el vaso fundiendo la pez ó aleación con que se había rellenado, y se introducen en su interior herramientas especiales, provistas de puntas como cuernos y destinadas á sufrir ó aguantar los golpes dados exteriormente. Como se comprende, este procedimiento deja mucha más libertad al artista, y las obras de *grosseria* bien acabadas tienen un valor artístico mucho mayor que las hechas sobre un modelo. Otro procedimiento muy sencillo de la abolladura, y que produce muy buen efecto, es el llamado *martellé* ó amartelado musciforme de la superficie, en el cual los plateros del Asia oriental se muestran sumamente hábiles.

En la joyería entran en juego diferentes procedimientos: no se emplean sólo el oro y la plata, sino que estos metales suelen combinarse con otros, como el platino, aluminio, acero y bronce, á fin de producir efectos más bonitos mediante un contraste de colores. Los japoneses son maestros en el arte de combinar diversos metales ó aleaciones, cuyas láminas saben pegar entre sí y arrollar ó prensar de tal modo, que ofrecen en corte transversal los dibujos más curiosos. Además, el joyero produce efectos varios, pulimentando ciertas partes de su obra y deslustrando otras por medio de ácidos; grabando ó cincelándolas, ó bien incrustando un metal en los grabados hechos en la superficie de otro; arte, este último, que constituye una especialidad en Toledo y Eibar, donde se producen objetos preciosos de acero con incrustaciones de oro. Pero el arte más sutil del joyero consiste en el engaste de piedras preciosas, perlas, etc., y la producción de hermosos efectos de color mediante el esmaltado.

Así como en el tallado de las piedras preciosas se trata de obtener los mejores efectos de luz y color con el menor desperdicio posible de materiales de tanto valor, del mismo modo el joyero, cuando procede al engaste de dichas piedras, debe procurar que resalten en todo su tamaño y hermosura, y queden, sin embargo, sujetas de manera que no puedan desprenderse fácilmente del objeto que les sirve de base. Las piedras llamadas á producir el efecto principal en virtud de su color, se engastan de otro modo que las cuyo poder refrangible es lo que se trata de hacer resaltar, cual sucede con el diamante. Mientras las primeras suelen sentarse sobre un fondo metálico brillante, cuyo color coincide con el de ellas, prestándole mayor intensidad, las segun-

das se dejan lo más completamente posible al aire. Las piedras talladas en forma de brillante ó de carbunclo se montan, por lo general, al aire, es decir, sujetándolas únicamente por su borde, sin que su parte inferior quede cubierta por el metal; en cambio, las perlas, el coral, las piedras opacas y las transparentes de color intenso se sientan sobre metal, haciendo también lo propio con diamantes tallados en rosa ó en tabla. Pero para que las piedras produzcan el mejor efecto, precisa también tener en cuenta la forma y el color del material en que se engastan; al efecto, suelen esmaltarse con colores á propósito las partes de la alhaja inmediatas á las piedras, mientras que el diamante se engasta con frecuencia en plata, porque el color del oro no armoniza siempre con los ricos cambios prismáticos de aquel.

En las últimas Exposiciones universales se admiraban, al lado de magníficos collares y diademas que ostentaban diamantes y otras piedras aisladas de gran tamaño, unos adornos para el tocado en forma de colibríes (aves del paraíso, etc.), compuestos meramente de series de diminutos brillantes, rubíes, esmeraldas y otras piedras, combinadas de manera á imitar el precioso plumaje de dichos pájaros; también había expuestas unas florecitas, destinadas asimismo al adorno de la cabeza, formadas con piedras preciosas tan pequeñas casi como granitos de polvo, que producían un efecto maravilloso, puesto que sin una lente de aumento apenas podía determinarse cómo estaban hechas.

Esmaltado.—Semejantes objetos demuestran desde luego los grandes adelantos de la joyería moderna; pero por más que el engaste de las piedras sea una rama importante del arte, no constituye por sí un fin, sino que sólo sirve para que lo alcancen las piedras mismas. En cambio, el esmaltado no obra en virtud del valor de los materiales que se emplean, sino sólo merced al talento, el gusto y la habilidad del artista; razón por la cual creemos del caso ocuparnos más detenidamente de este arte, que constituye, en rigor, una rama de la pintura.

Por lo referido en otra parte de esta obra saben nuestros lectores que el esmalte consiste esencialmente en un vidrio opaco, coloreado por medio de óxidos metálicos, que se fija por fusión sobre la superficie de los objetos. Pero además de una composición química determinada, un buen esmalte debe poseer ciertas propiedades especiales, que le permitan extenderse de un modo uniforme sobre el metal, sin que traspase los límites señalados, ostentar una superficie limpia y brillante, de color perfectamente homogéneo, y fijarse con solidez á su base metálica á fin de resistir á las diversas influencias á que pueda ser sometido. Si, como sucede, estos requisitos no son fáciles de obtener con un esmalte de un solo color, las dificultades suben de punto cuando se trata de producir dibujos de diferentes colores; pues según los óxidos metálicos empleados como materias colorantes, varía á veces considerablemente el punto de fu-

sión de las pastas, de modo que los esmaltes de diferentes colores no se pueden aplicar á un tiempo sobre el objeto. El esmalte en forma de finísimo polvo se extiende con el pincel sobre la superficie metálica, mezclado previamente ó amasado con un aceite etéreo, y al someterse á la acción del fuego, no debe liquidarse por completo, sino sólo ablandarse, después de volatilizado el aceite, como una resina gradualmente calentada, formando como una gota fundida que no se corre. El artista debe conocer con exactitud la temperatura á propósito, y cuidar de no traspasarla; y cuando trabaja con esmaltes de puntos de fusión diferentes, tiene que aplicar primero y someter al calor el menos fusible, procediendo luego, y sucesivamente, con los demás, y aplicando en último término el que se funde más fácilmente, es decir, á la temperatura más baja. Como se comprende, la producción de los matices de transición entre dos colores determinados supone el mayor cuidado y habilidad; pero un esmaltador experimentado sabe vencer semejantes dificultades con acierto tal, que sus obras se asemejan á las de la pintura al óleo ó sobre porcelana.



Fig. 516.—Brazalete egipcio esmaltado.



Fig. 517.
Relicario bizantino de esmalte *cloisonné*.

El arte del esmaltado es muy antiguo, y aun se practica con éxito notable por pueblos como el chino, cuya industria vidriera se halla muy atrasada. Era conocido de los antiguos egipcios (figura 516), así como de los etruscos, y en tiempos de los bizantinos se produjeron obras de esmalte muy hermosas (figura 517). Pero el verdadero desarrollo artístico del esmaltado empezó en el siglo XV, cuando en Francia é Italia se dedicaron á él artistas tan competentes como *Antonio del Pollajuolo*, de Florencia. En el siglo XVI alcanzó su mayor florecimiento el arte en cuestión, en Limoges (Francia), produciendo *Penicaud*, *Rexmon*, *Courtois*, *Limosin* y otros, numerosos vasos y objetos esmaltados de mérito extraordinario (fig. 518), que hoy se pagan á precios fabulosos por los coleccionistas entendidos; siendo

más especialmente codiciados los esmaltes de dicho período llamados de *grisaille*, que ostentan sobre todo diferentes matices de gris. Más adelante perdió este arte mucho terreno la mayor facilidad y perfección con que se produjeron vasos de mayólica, y entonces se aplicó más especialmente al adorno de objetos de platería y joyería, como las obras de Dinglinger y Mengs, de que hablamos más arriba. Pero se producen también con esmalte obras artísticas especiales, á manera de pequeños cuadros ó pinturas, cuya base la constituye por lo general una plancha de cobre. Se pueden distinguir tres géneros principales de esmaltes, cuyo fondo está constituído, por regla general, por un vidrio que se hace opaco y más fusible mediante la añadidura de los óxidos de estaño y plomo. Después de fundido este vidrio, se vierte en agua fría y convierte luego en un polvo finísimo que, como ya dijimos, se mezcla con un aceite volátil y se aplica sobre la superficie un poco áspera del metal, por medio de un pincel. El género más antiguo, que trae su origen de Oriente, es comparable al antiguo mosaico de vidrio, pues la pasta se halla distribuída sobre la superficie de los objetos en pequeños campos, cada uno de un solo color, y separados entre sí por filetes de metal; las partes que representan las carnes en las figuras humanas, aparecen también formadas de metal en muchos casos. El segundo género de esmalte, que alcanzó su mayor perfección en Italia durante el Renacimiento, consiste en la fusión de las pastas sobre relieves ú objetos plásticos de oro, plata ó cobre; mientras que el tercer género, que es el más perfecto, pero también el más difícil de ejecutar, es una verdadera pintura en miniatura sobre oro, aplicándose más especialmente, en Ginebra y otros puntos, al adorno de las cajas de relojes de bolsillo.



FIG. 518.—Vaso esmaltado de Limoges.

Los filetitos metálicos que caracterizan los esmaltes más antiguos, son tiritas delgadas de chapa fijas previamente á la superficie del objeto de metal, ó bien reservadas en la masa de éste para formar las pequeñas depresiones destinadas á recibir el esmalte. Según esto, se distinguen los esmaltes llamados *cloisonnés* y los *à champs levés*. El segundo modo se modificó y perfeccionó durante la Edad Media, adornando el fondo de los campos con relieves

que se cubrían con un esmalte transparente, y pasando de Italia á Francia, recibió en este país el nombre de *basse-taille*.—Los chinos y japoneses practican todavía con mucha perfección el citado *cloisonné*, es decir, el modo de campos separados por filetes sobrepuestos; mas como sus procedimientos son muy dificultosos, sólo hallan aplicación en Europa tratándose de objetos de gran valor, principalmente en los célebres talleres de Christoffle, en París; Elkington, en Londres, y alguno en Berlín. Al segundo género de esmalte que hoy encuentra aplicación en la joyería, se deben las preciosas obras de Limoges del siglo XVI; y entre ellas, los artísticos jarrones de cobre (fig. 518), revestidos con un esmalte azul oscuro, sobre cuyo fondo se destacan los dibujos pintados con pastas de diversos colores, cuya transparencia, mayor ó menor, da lugar á los diferentes efectos de luz y sombra. En Italia, y en tiempo de Benvenuto Cellini, los objetos de oro y plata se revestían con un esmalte blanco, y sobre este fondo se aplicaban las pastas de color, generalmente opacas, produciendo obras hermosísimas, que todavía llaman la atención de las personas inteligentes, y pueden verse en muchos Museos y colecciones de antigüedades. Para que nuestros lectores vean cómo en estos tiempos tan prácticos en que vivimos, los fabricantes se ingenian para sustituir los procedimientos manuales por los mecánicos, reproducimos en la fig. 519 un aparato por medio del cual se aplican los esmaltes á objetos más ó menos planos, como fuentes, platos, bandejas, etc.: el objeto se sujeta á una mesa giratoria, y el dibujo se estampa mediante un rodillo grabado que recibe el color (polvo de esmalte con aceite) de otro rodillo que se apoya sobre él; la operación se acaba en un momento, y no queda más que someter el objeto al calor de una mufla para que el esmalte se funda y fije. Claro está que los esmaltes producidos de semejante manera no tienen el mérito artístico de los hechos á mano por esmaltadores competentes; pero resultan, en cambio, muchísimo más baratos, y son también, en muchos casos, muy bonitos.

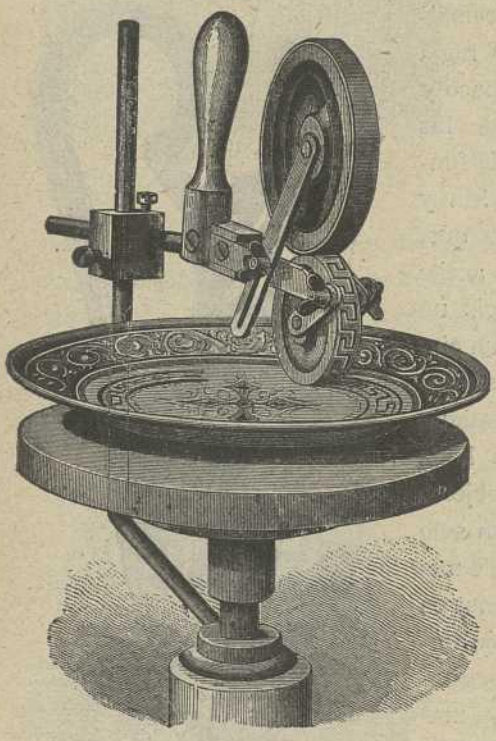
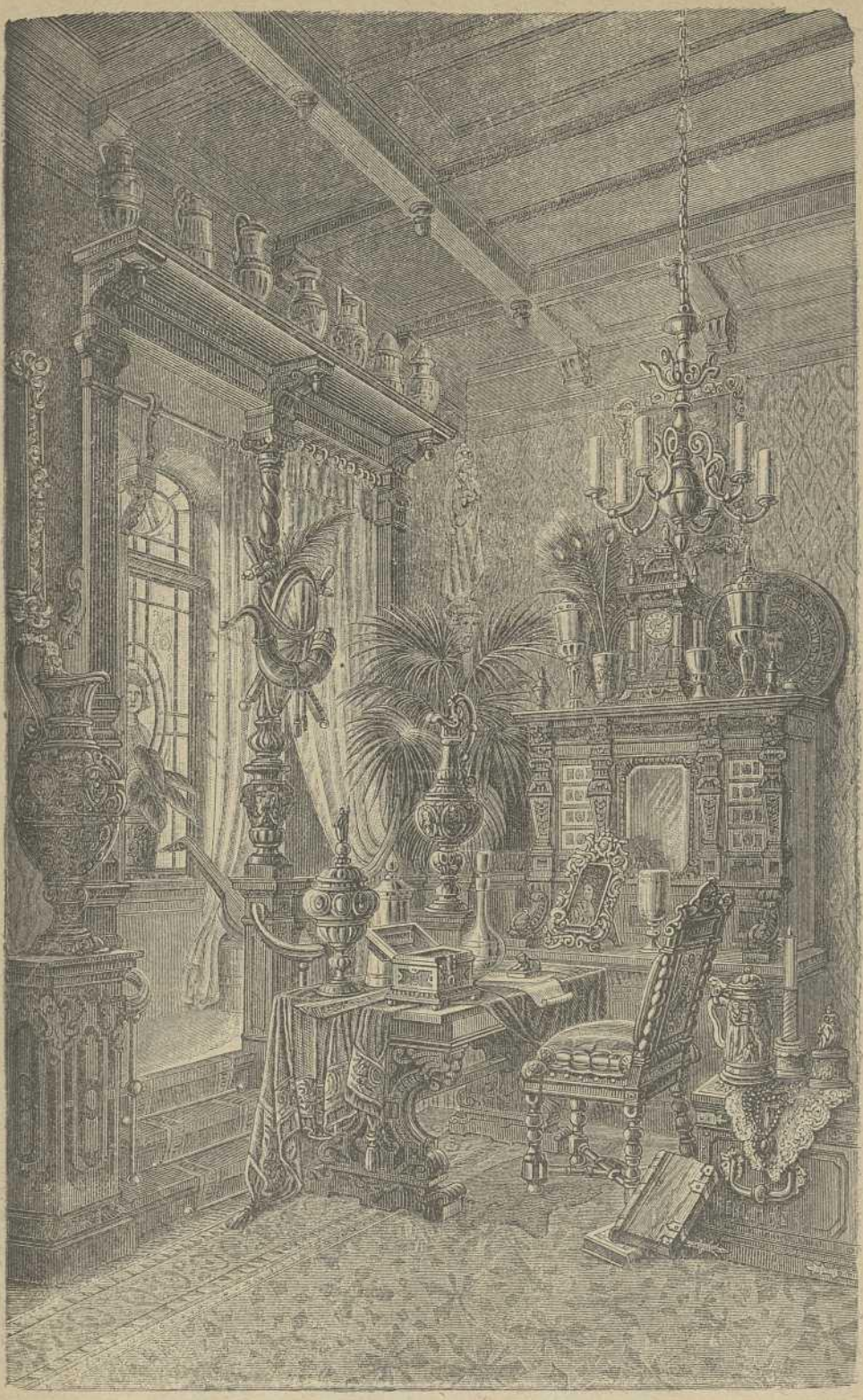
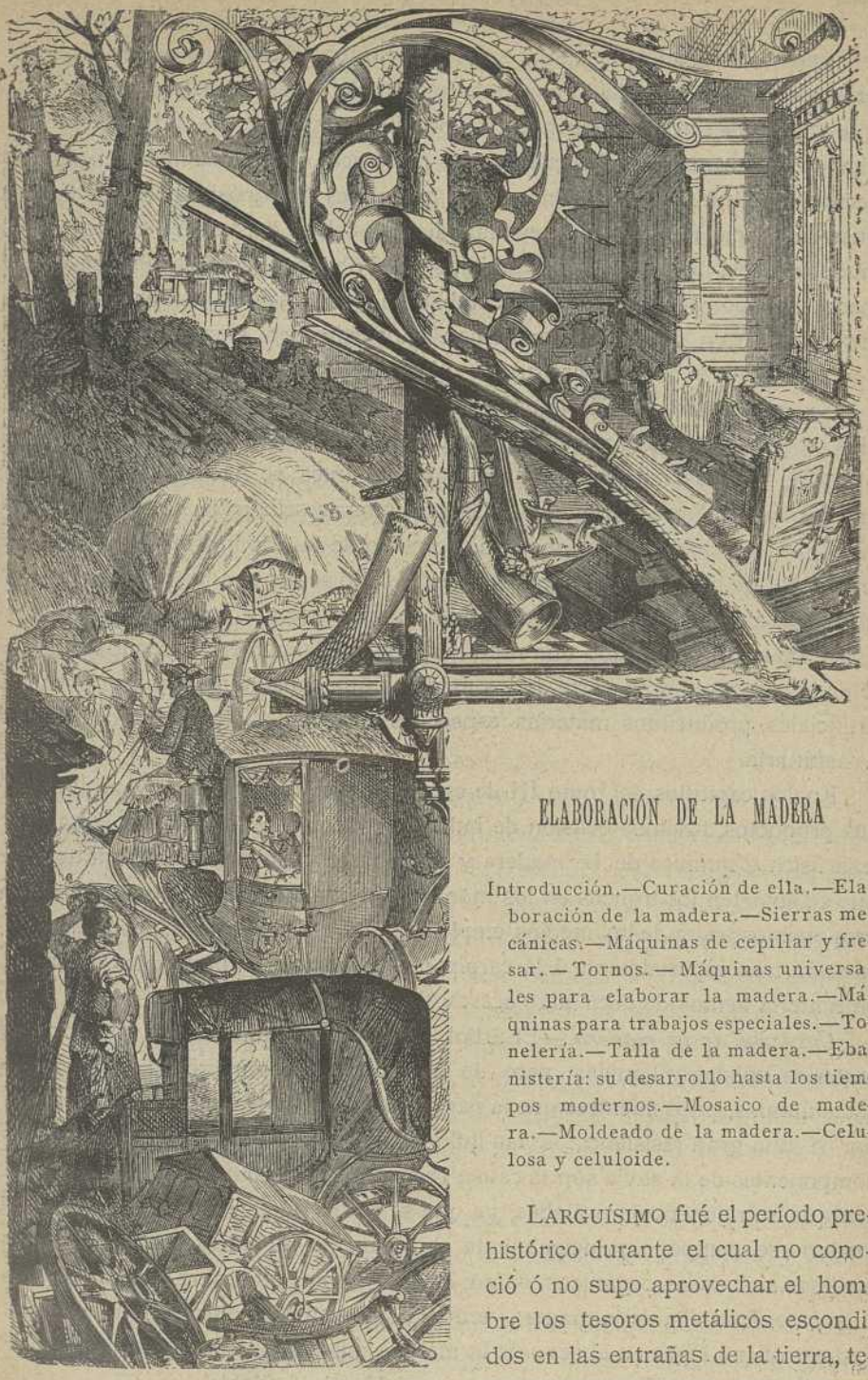


Fig. 519.—Aparato para esmaltar.

Un arte decorativo comparable hasta cierto punto con el esmaltado, es el *nielado*, que se practicaba ya en la Edad Media, y tal vez en la antigüedad. Consiste en rellenar con una pasta negra (*nigellum*) los grabados hechos en la superficie de objetos de metal (generalmente de plata), y luego pulimentar. El *nigellum* ó *niello*, como lo llaman los italianos, se compone de plata, cobre y plomo fundidos con azufre; la masa se pulveriza finamente, y el polvo se extiende sobre las partes grabadas del objeto, que se someten entonces al fuego hasta la completa fusión del *niello*. Las mejores obras nieladas se producen hoy en Rusia, especialmente en el gran centro industrial de Tula.



Gabinete ricamente amueblado.



ELABORACIÓN DE LA MADERA

Introducción.—Curación de ella.—Elaboración de la madera.—Sierras mecánicas.—Máquinas de cepillar y fresar.—Tornos.—Máquinas universales para elaborar la madera.—Máquinas para trabajos especiales.—Tonelería.—Talla de la madera.—Ebanistería: su desarrollo hasta los tiempos modernos.—Mosaico de madera.—Moldeado de la madera.—Celulosa y celuloide.

LARGUÍSIMO fué el período prehistórico durante el cual no conoció ó no supo aprovechar el hombre los tesoros metálicos escondidos en las entrañas de la tierra, teniendo que valerse, para formar sus armas y utensilios, de otros productos naturales que encontraba más á mano. Entre ellos la madera, cuya escasez se va sintiendo cada vez más en

los países civilizados de hoy, se le presentaba en muchas partes con una superabundancia que debió parecerle inagotable; y en las selvas vírgenes de entonces hubieron de hallar nuestros primitivos ascendientes, no sólo los medios de procurarse un albergue que los protegiera contra las inclemencias del tiempo, sino un verdadero almacén de materiales á propósito para sus faenas guerreras y pacíficas. Es más: en las indicadas selvas encontraba el hombre en muchos casos, no ya sólo el material, sino el objeto que necesitaba, casi formado, pues por doquier se le presentaban en las raíces y ramas de los árboles piezas que, con poco trabajo, podían convertirse en lanzas, mazas, arcos, horcas, azadas y otras toscas armas y herramientas por el estilo.

La civilización actual ha multiplicado extraordinariamente nuestros medios, al par que nuestras necesidades; muchos objetos destinados á la construcción, muchas máquinas y utensilios que antes se hacían de madera, se hacen hoy de hierro, sin que por ello podamos prescindir de aquella materia. Al contrario, la legislación moderna respecto de la administración y aprovechamiento de nuestros bosques, demuestra cuán serios son los temores de que pudieran mermarse demasiado, cuando no agotarse por entero, tan preciosas existencias; hemos creado una rama importante del comercio yendo á buscar allende los mares gran parte de las maderas que consumimos; y aun por vías artificiales, producimos materias especiales imitando la madera y destinadas á sustituirla.

En los capítulos del tomo III de esta obra, dedicados á la selvicultura y á sus productos, tuvimos ocasión de hablar de la corta de los árboles, la naturaleza física y química de la madera y el desbaste y elaboración preparatoria á que se someten los troncos en los montes mismos. En el capítulo presente nos proponemos tratar de los medios empleados para la elaboración definitiva, con relación más especialmente á la carpintería y ebanistería; pero antes de entrar en materia hemos de decir algo acerca de la

Curación de la madera.—El árbol, como todo organismo, se compone de materias sólidas y líquidas; pero de buen grado prescindiría el industrial de estas últimas, pues mientras que la parte principal, fibrosa, de la madera ofrece por sí una gran resistencia á las influencias ordinarias á que se expone, los componentes de la savia son la causa principal de los deterioros de aquélla, ya sea que se raje, encoja ó alabée, ya que se pudra ó se apolille. La savia de la madera se compone principalmente de agua, en la que se hallan disueltas diversas sustancias orgánicas, como azúcar, goma, albúmina vegetal, ácidos, sales, etc. Extraída de la madera verde, la savia entra pronto en fermentación; y si esto tiene lugar en el seno de la madera misma, las fibras resultan atacadas y acaban por convertirse en una masa blanda ó friable.

Por esta razón, lo primero que hay que hacer con un tronco recién cortado en la selva, es secarlo al aire, si bien esta operación sólo tiene por efecto eli-

minar parte del agua, y no las sustancias fermentescibles; de suerte que éstas vuelven á recobrar su actividad química cuando la madera seca torna á humedecerse. El contenido en agua de la madera verde es considerable, elevándose en la de chopo y sauce al 60 por 100 del peso total, y variando en las maderas más duras entre el 30 y el 40 por 100. Al aire libre, bajo un cobertizo, se evapora la mitad, próximamente, de dicha humedad, en el espacio de seis á doce meses, según el grueso de las maderas; y es evidente, por lo tanto, que cuando éstas se destinan á obras de carpintería, ebanistería, etc., es preciso dejarlas secar varios años seguidos antes de emplearlas. Pero aún la madera que más tiempo se haya sometido á esta desecación natural, y que, al parecer, se halla completamente seca, conserva siempre un 10 por 100 de agua, que sólo puede eliminarse por medio de calor artificial, es decir, calentando la madera en hornos especiales, ó almacenándola más ó menos tiempo en locales calentados. Sin embargo, á esta desecación artificial sólo puede someterse la madera previamente secada al aire, pues la verde se rajaría indefectiblemente; mas aunque el calor artificial sólo sea aplicable á la madera secada naturalmente, ofrece la inmensa ventaja de producir una transformación en los componentes de la savia, endureciendo más en especial las materias albuminosas, de modo que la madera, pierde, en su mayor parte, la propiedad de absorber de nuevo la humedad.

Al secarse la madera disminuye en volumen, su masa se encoge ó contrae; y si la desecación se verifica demasiado pronto, puede rajarse aquélla. Los troncos desprovistos de su corteza están mucho más expuestos á rajarse que los que la conservan, pero en cambio la corteza impide en gran manera la evaporación del agua; de modo que, para obviar en lo posible ambos inconvenientes, suele quitarse la corteza parcialmente, dejando anillos de ellas, ó una faja en espiral de un extremo á otro del tronco. Una desecación desigual, ó la penetración de humedad en un lado de la madera ya seca, determina la torsión ó el alabeo de la masa. Como es natural, las piezas pequeñas de madera se secan más pronto que las grandes, y por esto los ebanistas concienzudos suelen someter á una desecación artificial durante algunos meses, las piezas desbastadas ó que se ha sacado de primer intento de la madera más gruesa, secada naturalmente.

Además del medio ordinario de la desecación, existen otros muchos recursos, á los que suele apelarse para preparar ó conservar la madera, y que tienen por objeto activar tan sólo la desecación, ó bien eliminar por completo los componentes de la savia, ó transformarlos químicamente de modo que no puedan ocasionar perjuicios. Para apresurar la simple desecación se combina con ventaja la bomba neumática con las cámaras artificialmente calentadas; pues el enrarecimiento del aire, en unión con el calor, promueve de un modo notable la evaporación del agua contenida en la madera. Otro medio, muy en

boga hoy, consiste en someter la madera á la acción del vapor de agua sobrecalentado, que, á la temperatura de 150 grados, extrae el agua con mucha energía; esto no es extraño, puesto que, de elevarse su temperatura algunos grados más, el vapor en cuestión es capaz de carbonizar la madera.

La extracción de la savia por la vía húmeda, ó sea la lixiviación de las maderas, es sin disputa un medio más radical y eficaz que la mera eliminación del agua, y hace ya mucho tiempo que con tal objeto se someten los troncos á las aguas corrientes, y se dejan expuestas las tablas recién aserradas á la lluvia, antes de secarlas; pero la extracción de la savia por medio del agua fría se verifica tan lentamente, que hay que dejar los troncos en los ríos durante dos ó tres veranos. El mismo resultado se logra en algunas horas con sólo cocer la madera en agua; pero el objeto se consigue mucho más sencillamente mediante el empleo del vapor de agua. Si la madera se coloca en una cámara cerrada, en la que se deje penetrar el vapor saturado, sus poros se abren, los componentes de la savia se disuelven hasta en las partes más escondidas, y el agua caliente que se forma por condensación, los elimina; en el fondo de la cámara se deposita un líquido de color amarillo, pardo y hasta negro (según la especie de madera); líquido al que se da salida por medio de un grifo, y el procedimiento se da por terminado al cabo de unas cincuenta horas, cuando el agua que sale aparece incolora. Las maderas sometidas á este tratamiento se desecan después en corto tiempo, al aire libre ó artificialmente, de un modo mucho más completo de lo que fuera posible, sin el vapor, al cabo de muchos años; pero cualquiera que sea su especie, adquieren un color un poco más oscuro que el natural. Bajo la acción del vapor la madera se ablanda tanto, que, en estado todavía mojado y caliente, puede doblarse como se quiera; y si durante su desecación se adoptan los medios convenientes para que no se desdoble ó enderece, conserva permanentemente la forma que se le ha dado. Esta propiedad de la madera sometida al vapor se aprovecha con frecuencia en la ebanistería, y en ella se funda más especialmente la fabricación de los muebles de madera curvada, que tan extraordinario desarrollo ha tomado en Viena, y cuyos productos son tan apreciados por su solidez, ligereza, comodidad y elegancia.

Como dijimos en el tomo III, las maderas destinadas á usos determinados (traviesas ferrocarrileras, postes del telégrafo, etc.), se impregnan con diferentes sustancias químicas, como los sulfatos de hierro y cobre, los cloruros de cinc y mercurio, la creosota, etc., con el objeto de evitar ó retrasar su descomposición; pero el procedimiento de la impregnación no es aplicable á las maderas destinadas á obras de carpintería y ebanistería, porque altera demasiado su naturaleza y color.

ELABORACIÓN DE LA MADERA

No se dispone para ésta de los numerosos medios de que se valen los trabajadores en metal, pues la madera no se deja fundir ni forjar, y ofrece, en cambio, sólo la pequeña ventaja de poder ser hendida. Para darle forma, los medios se reducen casi exclusivamente á la división y al corte mediante instrumentos agudos; la blandura y flexibilidad que adquiere bajo la influencia del vapor, según lo dicho más arriba, constituyen una excepción, merced á la cual, y en determinados casos, puede darse forma á la madera por medio de la presión, cual sucede con el cuerno. Por lo general, empero, el hacha, la azuela, la sierra, el cepillo, el escoplo, la barrena y otras herramientas que todos hemos visto en manos de carpinteros, ebanistas, toneleros, etc., constituyen los medios ordinarios para la formación de objetos de madera. Muchos de estos sencillos instrumentos se han convertido, en nuestros tiempos, en herramientas mecánicas; pero la elaboración mecánica de la madera, al menos en lo que está llamada á sustituir al trabajo manual, no se ha generalizado tanto como la de los metales.

El egipcio parece haber sido el pueblo más antiguo que llevara á bastante perfección la construcción de herramientas para elaborar la madera, pues los caracteres jeroglíficos que ostentan las cajas de sus momias demuestran mucha habilidad en el arte de la talla, y el uso de herramientas á propósito. Atribúyese á los egipcios la invención del escoplo plano y puntiagudo, así como del formón; el hacha y la azuela se usaron probablemente mucho antes que la sierra, la barrena y el cuchillo de talla, así como la escuadra y el nivel de plomada. Los vasos tallados correspondientes á épocas posteriores á la en que los egipcios entraron en relaciones comerciales con los pueblos de Asia, revelan cierto progreso en el sentido artístico, así como el empleo de maderas exóticas, especialmente la de ébano.

Es evidente, por los escritos antiguos, que hace mucho tiempo se supo elegir entre las diversas maderas susceptibles de ser elaboradas, las que mejor respondían á los diferentes objetos, prefiriéndose las especies más preciosas, como las de ébano, ciprés, cedro, olivo, palo rosa y sándalo, para la construcción de templos y las obras de talla. Ya en Babilonia, Ecbatana y Jerusalén empleáronse en los templos las maderas de cedro, ciprés y olivo; y con referencia á estos materiales, cita Plinio el célebre templo de Diana, en Éfeso, á cuya construcción, que duró cerca de cuatro siglos, contribuyeron todos los pueblos del Asia Menor. El techo se componía de madera de cedro, y las puertas estaban hechas de ciprés, previamente sumergido durante cuatro años en un espeso baño de cola, á fin de aumentar su duración: estas puertas se

conservaron, en efecto, cuatrocientos años en perfecto estado, y hubiesen resistido, sin duda, mucho más tiempo si el templo no hubiera sido destruído por un incendio, pues se refieren otros casos en que la madera de ciprés se ha conservado perfectamente durante mil años. Respecto de la condición natural de las maderas y su valor relativo para las construcciones y obras de arte, se encuentran datos, á veces bastante singulares, en las obras de Plinio, Vitrubio y otros autores antiguos. El gran valor que en la antigüedad se atribuía á ciertas maderas finas, se deduce también del hecho de que el rey persa Darío exigió de los etiopes que el tributo que le pagaban, consistente en diversos productos naturales de su país, debía comprender determinada cantidad de ébano.

Las máquinas tan perfectas que en tiempos recientes se han inventado para elaborar la madera, son en parte imitaciones de las construídas para trabajar los metales, si bien en muchos casos la naturaleza especial de la madera ha determinado modificaciones de importancia en el principio de su construcción. Entre dichas máquinas, las más comunes son las de aserrar, cepillar, tornear, fresar y taladrar; pero existen también laminadores y prensas destinadas á estampar la madera, así como á doblarla en estado caliente y húmedo, y asimismo se ha conseguido producir piezas decorativas por medio del moldeado, es decir, rellenando moldes con una pasta compuesta del todo ó parte de harina de madera, que se deja endurecer bajo una fuerte presión.

Sierras mecánicas.—Entre ellas se distinguen las sierras de armazón, las circulares y las de cinta. La primera clase es la más antigua, pero su construcción ha sufrido en tiempos recientes perfeccionamientos notables; compónese la máquina esencialmente de un armazón ó marco rectangular, al que un motor comunica un movimiento continuo de vaivén en sentido vertical ú horizontal, y en el cual se hallan fijas paralelamente varias hojas rectas de sierra.

Las primeras sierras mecánicas de armazón fueron montadas, á lo que parece, en el siglo XVI en Noruega y el Holstein, moviéndose por la fuerza del agua ó del viento; lo cierto es que en 1596 existía en Saardaní (Holanda) una sierra movida por una rueda hidráulica. En Inglaterra se emplearon sierras semejantes en el siglo XVII; pero tal fué la excitación entre los aserradores de mano, que creyeron perjudicados sus intereses, que las primeras fueron destruídas, y para calmar los ánimos, se vió obligado el Gobierno á prohibir el uso de dichas máquinas, prohibición que no se levantó hasta mediados del siglo pasado. Atribúyese al general inglés *Bentham* la aplicación del vapor para mover las sierras de armazón, pues obtuvo en 1793 un privilegio de invención relativo á una sierra de vapor que había construído. En nuestros tiempos se aplica al movimiento principalmente el vapor y la fuerza hidráulica; y en las regiones montañosas de Europa, sobre todo en Suiza, Alemania,

Suecia y Noruega, donde la explotación de las selvas constituye la industria principal de los habitantes, se aprovechan al efecto todos los saltos de agua, viéndose á lo largo de los arroyos y riachuelos multitud de sierras mecánicas.

En muchas de las sierras de armazón de construcción más sencilla, el marco tiene una hoja en medio, porque la fuerza motriz del arroyo no consiente más; pero donde se dispone de la fuerza hidráulica necesaria, ó donde se aplica el vapor, contiene dos, tres, cuatro ó más hojas de sierra dispuestas paralelamente, de modo que se verifican diferentes cortes á un tiempo. Algunas sierras destinadas en exclusivo á escuadrar los troncos, ó sea convertirlos en vigas de sección cuadrada ó rectangular, tienen una sola hoja fija á un lado del marco ó armazón. Salvo los casos especiales en que conviene una disposición horizontal de las hojas, el armazón se mueve verticalmente entre dos guías fijas; pero siempre, y al contrario de lo que sucede cuando se asierra á mano, en la máquina de que tratamos la sierra misma no avanza, sino que es la madera la que se adelanta á medida que se practica el corte. En la mayoría de las sierras de armazón, el madero que se destina á ser aserrado se fija horizontalmente sobre una especie de carro largo y estrecho, montado sobre dos carriles, y que, á impulso del motor, avanza gradualmente en la medida necesaria para que la hoja de la sierra no trabaje en vacío; aserrada la pieza en toda su longitud, se corre el carro hacia atrás hasta sacar la hoja del corte ya practicado, y después de variar la posición de la madera, se verifica un nuevo corte. A veces se sustituye el carro por una serie de rodillos de hierro acanalados, dispuestos á intervalos al nivel del piso, y que giran sobre ejes fijos, á impulso del motor y los engranajes correspondientes; la pieza de madera descansa sobre ellos, oprimiéndose contra los mismos mediante un sistema de rodillos y palancas con contrapesos que obran sobre su parte superior; pero en tal caso, es preciso que su cara superior é inferior hayan sido aserradas previamente, presentando dos superficies planas y paralelas, pues de otro modo no agarrarían los rodillos. y el madero no avanzaría contra la sierra.

La fig. 520 representa una sierra mecánica de armazón, de construcción moderna, con cinco hojas dispuestas paralelamente á intervalos iguales al grueso que han de tener las tablas en que deba dividirse el tronco. Dichas hojas están sujetas en tensión, por medio de tornillos, á un marco de hierro forjado que, en su movimiento vertical de vaivén, se halla guiado por dos correderas fijas en la parte interior de los dos sólidos montantes de hierro colado que constituyen los dos lados de la armadura. Como indica claramente el grabado, estos montantes sostienen un árbol que lleva en sus extremos dos volantes, los cuales sirven para transmitir el movimiento del motor al armazón de las sierras; comunican al efecto con aquél (máquina de vapor ó rueda hidráulica) mediante correas que no aparecen en la figura, mientras que por me-

dio de bielas se hallan unidos á la parte inferior de dicho armazón, debajo del piso, y al girar le comunican el movimiento correspondiente de vaivén en sentido vertical. Merced á una excéntrica y una combinación de palancas y fiadores, de las que las últimas obran sobre una rueda dentada á modo de carraca, se imprime el movimiento necesario al carro que lleva el tronco; pues el eje de dicha rueda, que atraviesa la base de uno de los montantes, contiene un piñón que engrana en una cremallera fija al lado correspondiente del carro.

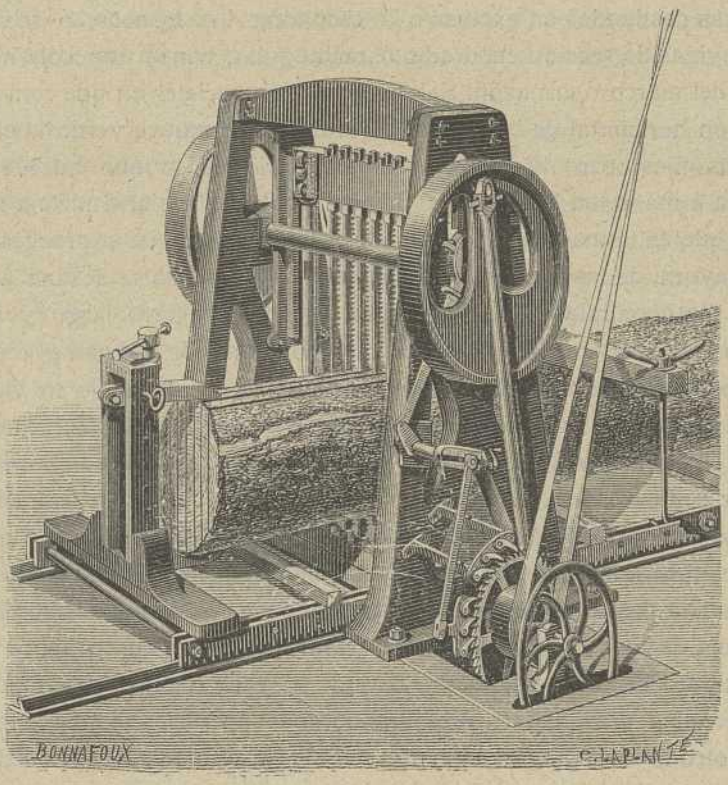


Fig. 520.—Sierra de armazón.

La correa de transmisión que se ve en nuestro grabado, está destinada á hacer retroceder el carro al terminarse cada corte; mientras trabajan las sierras y avanza el carro, circula dicha correa sobre una polea loca; pero llegado el momento oportuno, se la hace pasar sobre otra polea fija al eje ya referido, y entonces el piñón obra sobre la cremallera en dirección opuesta, haciendo correr rápidamente el carro hacia atrás.

Las sierras circulares, es decir, las cuya hoja está constituída por un disco de acero con dientes cortantes en su periferia, se montan por lo general de la manera indicada en la fig. 521; la hoja se acuña á un árbol que pasa transversalmente debajo de un banco y lleva en un extremo la polea de transmi-

sión necesaria para el rápido movimiento giratorio; la mitad superior de la hoja asoma por una abertura en el tablero, y la madera se asierra empujándola un operario contra aquélla. Semejantes sierras cortan mucho más rápi-

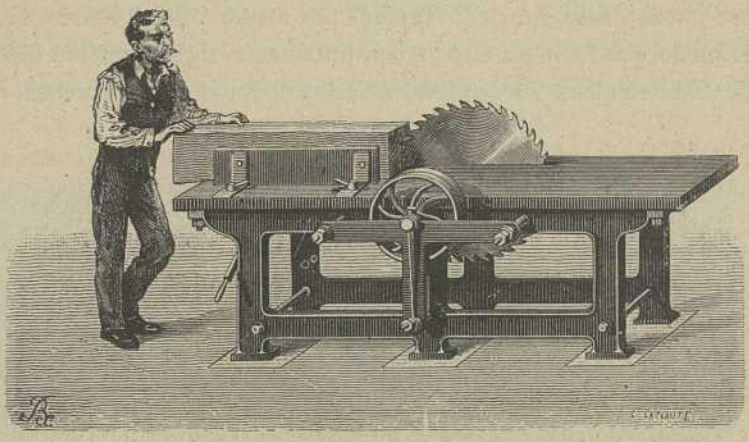


FIG. 521.—Sierra circular.

damente que las de armazón; mas como su diámetro tiene sus límites—pues siendo muy grandes (mayores de 60 á 80 centímetros), resultan caras y expuestas á romperse—sólo suelen usarse para cortar maderos relativamente delgados. Sin embargo, por excepción se han construído sierras circulares mayores de un metro de diámetro, destinadas á aserrar troncos. Como á medida que estas sierras se desgastan y se afilan sus dientes va disminuyendo su diámetro, y por consiguiente la altura del corte, su efecto resulta cada vez menor, y hay que desecharlas al cabo; además, sucede que se rompen dos ó tres dientes, en cuyo caso una hoja nueva resulta inservible, y hay que sustituirla por otra. Para evitar estos inconvenientes, se construyen sierras circulares con dientes sueltos ó postizos, como ya tuvimos ocasión de explicar en un capítulo anterior; las figuras 275 y 276 dan idea de dos maneras de sujetar semejantes dientes postizos, y la fig. 522 reproduce otro sistema, según el cual el diente *C* está constituído por un pedacito prismático de acero (*E*), que se sujeta en la entalladura correspondiente de la hoja circular, mediante la pieza *A* y la cuña *B*.

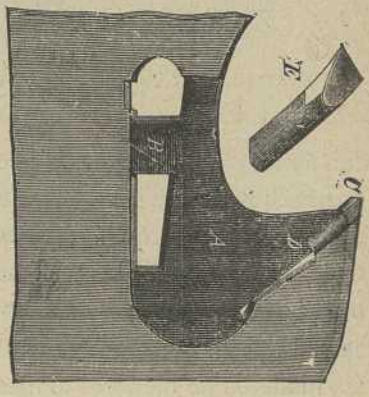


FIG. 522.—Sujeción de los dientes postizos en las sierras circulares.

Las sierras de cinta son hojas largas, estrechas, delgadas y muy flexibles,

de acero, con dientes en uno de sus bordes, y cuyos extremos están soldados entre sí de modo á formar una cinta sin fin. Ésta se halla montada sobre dos poleas planas, de diámetro relativamente grande, dispuestas verticalmente á cierta distancia, una encima de otra, como indica la fig. 523, y una de las cuales se puede hacer girar con rapidez por medio de una correa de transmisión, de modo que la sierra circula continuamente en una misma dirección en torno de ambas poleas. La periferia de éstas se halla con frecuencia revestida

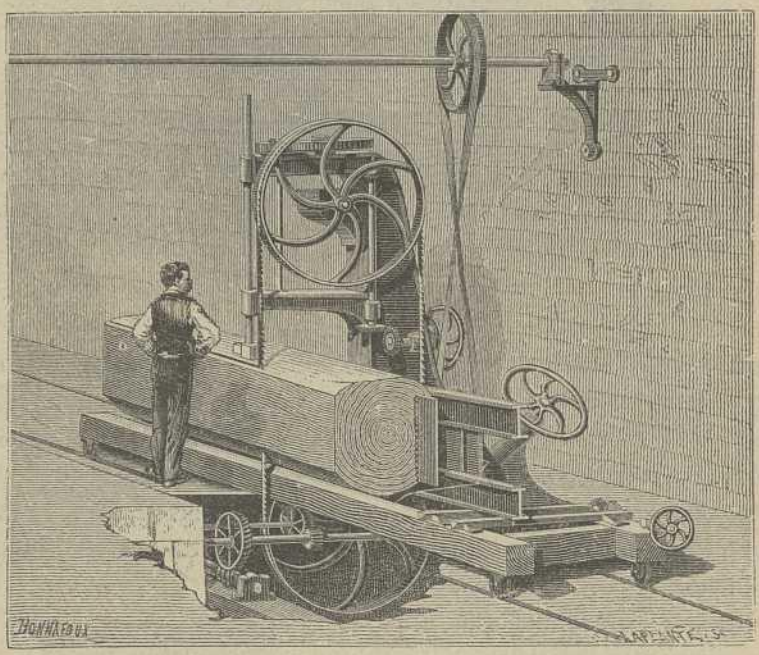


Fig. 523.—Sierra de cinta.

con fieltro ó cuero, á fin de que la sierra se adhiera mejor; y para evitar en lo posible que la hoja se doble, la armadura de la máquina se halla provista de una guía, por cuya horquilla pasa aquélla al tiempo de atravesar la madera. Nuestro grabado muestra la construcción de una de estas sierras, destinada á aserrar maderos gruesos, que encuentran colocación sobre un carro montado sobre carriles; pero, por regla general, las sierras de cinta se emplean sólo para cortar maderos de menores dimensiones, porque la resistencia que ofrecen los gruesos da fácilmente lugar á que la hoja se caliente demasiado, perdiendo su temple, ó que las poleas se deslicen bajo ella sin hacerla marchar. Tratándose de maderos menores, el carro se sustituye por un banco fijo, sobre cuyo tablero se empujan las piezas contra la hoja, como sucede con las sierras circulares. Pero, más que para cortes derechos, las sierras de cinta se emplean prin-

cipalmente para practicar cortes curvilíneos, pudiendo aserrar circularmente con ellas con la mayor facilidad y rapidez.

Hace ya tiempo que en la ebanistería se construyen muebles de todas clases con maderas ordinarias, revistiéndolas luego exteriormente con delgadas láminas ó chapas de maderas finas, susceptibles de pulimento, á fin de prestarles mejor aspecto. Este procedimiento, llamado "chapeado,„ es comparable, en cierto modo, al dorado y plateado ordinarios (es decir, con panes) de los objetos de metal. Las chapas de madera se obtenían antes exclusivamente por medio de sierras especiales de armazón, la formación de cuyas hojas ofrecía no pocas dificultades. En efecto; tratándose de maderas de valor, conviene que los cortes sean lo más estrechos posibles, á fin de reducir á un mínimum el desperdicio, y, por lo tanto, son precisas hojas de sierra muy delgadas; por otra parte, como dichas maderas son generalmente muy duras, las hojas tienen que templarse como corresponde, y este temple, en unión con su delgadez, da margen á que salten con gran facilidad. Estos inconvenientes, y otros que no mencionamos, dieron lugar á la idea de sustituir la sierra por el cuchillo ó cepillo, y hoy se emplean preferentemente para cortar las chapas de que tratamos, unos cepillos mecánicos de construcción especial, en los cuales los cuchillos levantan láminas delgadísimas y uniformes en toda la anchura de la madera. Mientras que con las sierras mejor construídas un tablón de dos centímetros de grueso sólo da veinte, ó á lo sumo veinticinco chapas, de un grueso mínimo de medio milímetro, desperdiciándose, por lo tanto, cerca de la mitad de la madera, con un cepillo mecánico semejante tablón se divide, sin mayor dificultad, en 100 y hasta 150 hojas, tan delgadas como las de papel. La construcción de estas máquinas de cortar chapas tuvo su origen y se ha llevado á la mayor perfección en Francia, especialmente por los mecánicos parisienses *Garaud, Bernier* y *Arbey:* las más usadas son las llamadas de cepillo plano, que separan hojas por completo planas; pero se dan también máquinas llamadas espirales, cuyos cepillos obran tangencialmente sobre maderos redondos fijos á un eje que gira con lentitud, de modo que se va desprendiendo una hoja ó chapa continua mediante un corte en espiral. Una buena máquina plana de cortar chapas cuesta en París 8.000 francos.

Máquinas de cepillar y fresar.—Lo dicho respecto de la preparación de chapas para la ebanistería nos conduce á hablar de las máquinas de cepillar propiamente dichas, esto es, las que tienen por objeto producir superficies planas y lisas. Las primeras máquinas de cepillar madera fueron inventadas por los ingleses *Hatton* (1776) y *Bentham* (1791), y eran, como se comprende fácilmente, muy imperfectas. Pero el año 1802 construyó *Bramah* una máquina de cepillar para el arsenal de Woolwich, destinada á labrar las cureñas de artillería y otras piezas análogas; máquina que funcionaba satisfactoriamente, y que consistía, en esencia, en una gran rueda movida á vapor, en cuya peri-

feria se hallaba dispuesta una serie de escoplos y cepillos planos, y debajo de la cual se deslizaba lentamente la madera destinada á ser cepillada. Pocos años después se construyeron los primeros cepillos mecánicos destinados á labrar cornisas de madera; y desde entonces se han multiplicado los inventos del género, distinguiéndose las máquinas de cepillar llamadas paralelas, en las que las cuchillas están dispuestas en torno de díscos que giran en un plano vertical ú horizontal, y las llamadas tangenciales, en las que las cuchillas forman parte de cuerpos cilíndricos.

Estas últimas son las preferidas, y nuestra fig. 524 reproduce una de

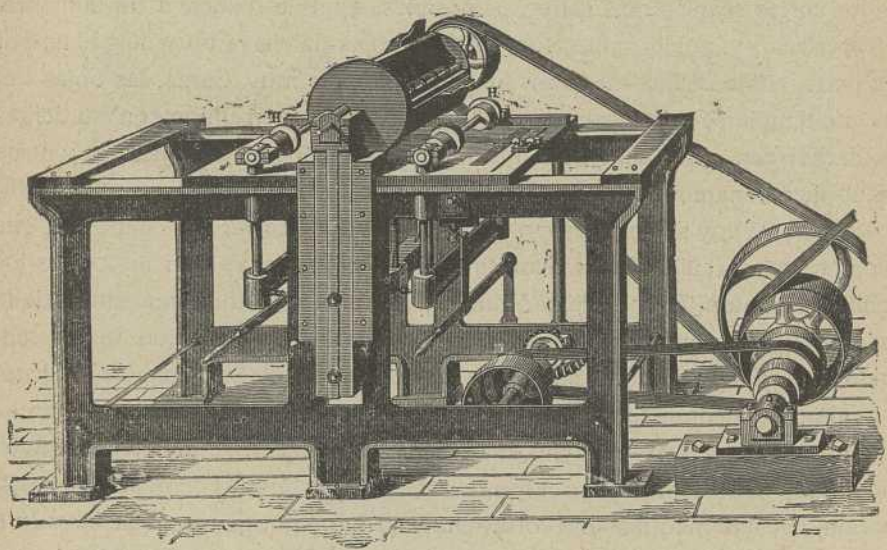
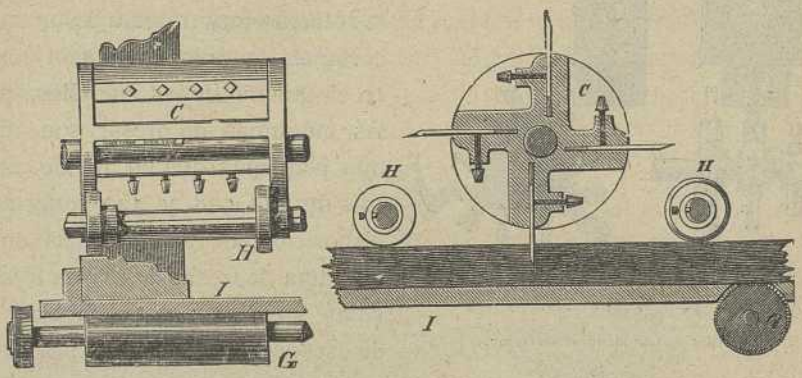


FIG. 524.—Máquina tangencial de cepillar.

las más sencillas que se construyen; las cuchillas, en número de cuatro, se atornillan radialmente en torno del cuerpo cilíndrico que aparece en la parte superior; cuerpo que se hace girar, mediante una correa de transmisión, con una velocidad de dos á tres mil revoluciones por minuto, mientras que la pieza por labrar, sujeta por los rodillos *H H*, se desliza horizontalmente sobre el banco, debajo del cilindro, á impulso de otra correa. Las figuras 525 y 526 muestran la disposición de una máquina semejante para labrar listones en forma de cornisas ó molduras, viéndose de frente, en la primera, el listón y el cuerpo cilíndrico *C*, mientras que la segunda ofrece una sección de ellos. Dicho cuerpo contiene de cuatro cuchillas, cuyo perfil corresponde exactamente al de la moldura que se quiere producir; el listón descansa sobre el tablero *I*, sujetándolo los rodillos de presión *H H*, al paso que su avance lo determina la rotación del rodillo acanalado *G*, que asoma por una abertura en el tablero.

Las mejores máquinas para cepillar superficies planas son las tangenciales, construídas por los mecánicos *Marechal* y *Godeau*, de París, con cuchillas helicoidales (fig. 527); pues como los diferentes puntos del filo de éstas no entran simultáneamente en acción, sino que obran de un modo sucesivo, el trabajo se facilita mucho y resulta más limpio que con cuchillas dispuestas radial-



FIGURAS 525 y 526.—Máquina de cepillar molduras.

mente. Una particularidad de la máquina en cuestión es el mecanismo que se ve en la figura, en la parte superior, y está destinado á afilar de continuo las cuchillas mientras funciona la máquina. En efecto, dicho mecanismo hace correr continuamente de un lado para otro un pequeño disco giratorio de esmeril, que va rozando al paso el filo de las cuchillas, manteniéndolas bien afiladas.

Las máquinas de cepillar han recibido numerosas modificaciones para adaptarlas á labores especiales. Las hay, por ejemplo, que cepillan á la vez tres de las cuatro caras de un madero cuadrado ó rectangular, y otras están dispuestas para cepillar una cara de una tabla y formar al mismo tiempo una ranura en uno de sus bordes y una moldura saliente en el otro. En otras máquinas se encuentra una combinación del cepillo con la sierra, de modo que ésta corta tablas delgadas, mientras el primero las cepilla por una cara. Otra modificación de la máquina tangencial de cepillar es la destinada á formar las cajas y espigas en las piezas de madera, mediante las cuales se ensamblan éstas y, por último, se construyen otras diversas modificaciones de dichas máquinas para la elaboración de objetos especiales, cuya forma supone una

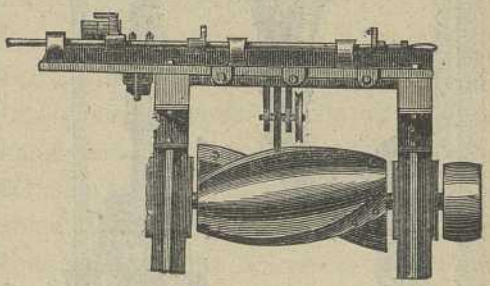
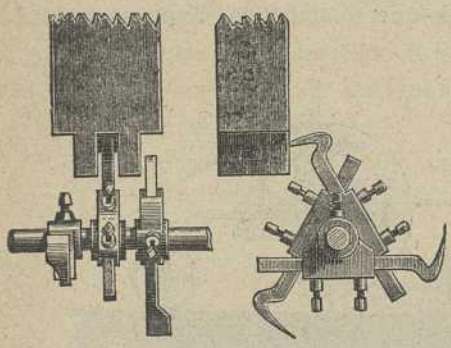


FIG. 527.—Máquina de cepillar, con cuchillas helicoidales.

disposición particular del mecanismo, como los dientes de ruedas de engrane, las cuñas de madera empleadas para sujetar ciertas clases de carriles, los rayos de las ruedas ordinarias, los tacos de billar, etc., etc.



FIGURAS 528 Y 529.
Cuchillas de una máquina de fresar.

Las máquinas de fresar se relacionan estrechamente con las de cepillar, pues su acción estriba también en la rotación muy rápida de un cuerpo cortante; la única diferencia consiste en el tamaño de las cuchillas, que en las máquinas de fresar son mucho más pequeñas que en las de cepillar. Las figuras 528 y 529 muestran la disposición de las cuchillas en una máquina de fresar destinada á formar cajas y espigas; para elaborar cajas de escopeta, carabina, etc., la de hormas de zapatero y objetos análogos se utilizan asimismo máquinas de fresar; pero semejantes artículos se hacen también por medio de tornos especiales, como diremos más adelante.

El serrín finísimo, ó si se quiere el polvo de madera que producen las máquinas de cepillar, y también las sierras circulares, es no sólo muy molesto para los operarios que las manejan ó vigilan, sino hasta muy perjudicial para la salud de los mismos, por cuanto penetra en las vías respiratorias y daña el órgano de la vista. Para obviar este mal se hayan ensayado diversos medios, consistentes en cubrir ciertas partes de las máquinas con tela fina de alambre, cajas de palastro, etc.; pero el que mejor responde al objeto es uno que se aplica en la mayoría de los talleres de los Estados Unidos. Sobre cada máquina de cepillar, sierra circular, etc., se halla suspendido un tubo embudiforme, que comunica superiormente con otro tubo mayor, horizontal, de la manera indicada en la fig. 530; este tubo, que se extiende por todo el taller, comunicando con las diferentes máquinas, termina en un aspirador centrífugo que, merced á la rarificación del aire que produce,

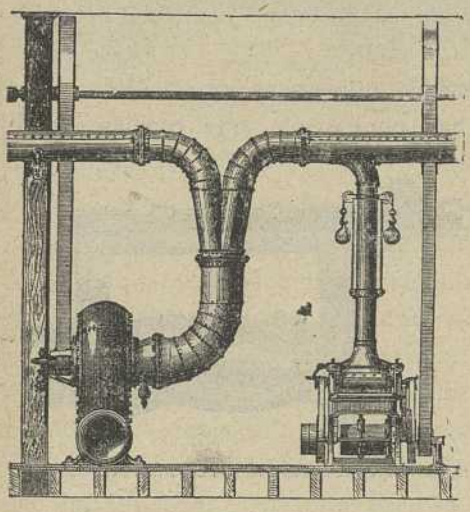


FIG. 530.
Aparato para alejar el polvo de los talleres.

atrae hacia afuera todo el serrín y el polvo, de modo que la atmósfera del local queda perfectamente respirable. A impulso del aspirador, el serrín va á parar á una torre de mampostería donde acaba por depositarse, y de donde se saca y utiliza como combustible en las calderas de vapor del establecimiento. Semejante disposición es digna de imitarse en todos los casos en que pueda perjudicarse la salud de los operarios, y su aplicación debiera imponerse á nuestros fabricantes europeos por la vía legal, del mismo modo que se les obliga á adoptar ciertas precauciones con las calderas de vapor, á fin de evitar explosiones.

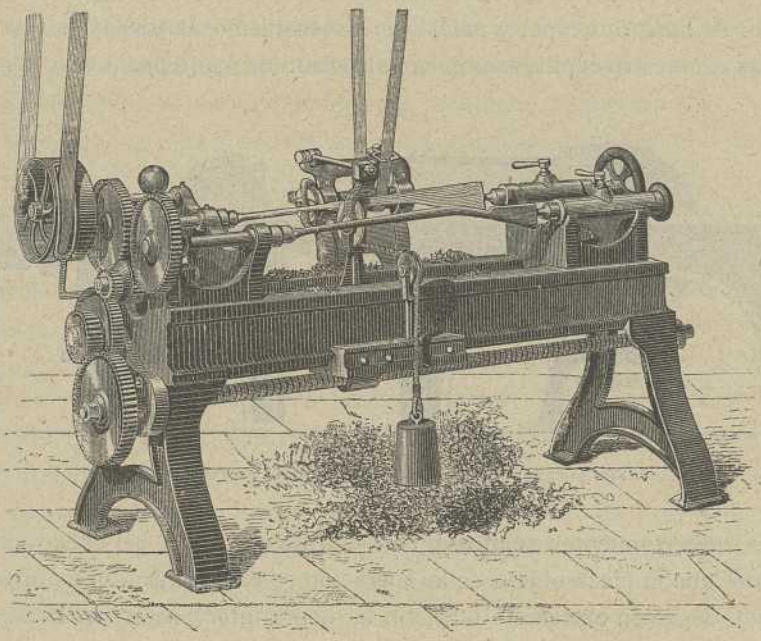
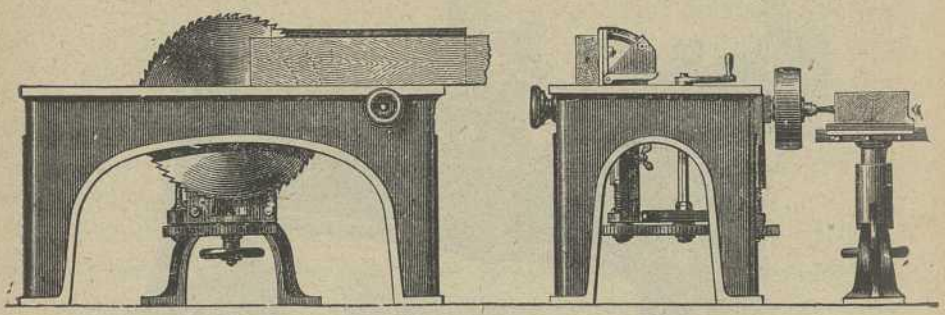


FIG. 531.—Torno de copiar.

Tornos.—La elaboración de la madera con el torno data de muy antiguo, pero en nuestros días se ha perfeccionado esta máquina de tal modo, que sirve, no sólo para labrar piezas en redondo, sino también las angulares y de formas irregulares. Como en este mismo tomo dedicamos un capítulo á la tornería, nos limitaremos ahora á exponer el principio del *torno de copiar*, aplicado á la elaboración de objetos de forma irregular.

La fig. 531 representa uno de estos tornos, construído expresamente para la formación de las cajas de carabina, hallándose provisto de dos ejes de mandril y dos soportes. La pieza de madera, previamente desbastada con la sierra, se coloca entre las puntas del eje y del soporte posteriores, mientras que delante de ella, y entre el segundo eje y soporte, se sujeta paralelamente un modelo metálico de la caja de carabina acabada. Ambas piezas se hacen

girar con la misma velocidad, y la herramienta cortante, guiada por el contorno del modelo, labra la madera exactamente con arreglo á la forma de éste. Al efecto, dicha herramienta, análoga á las de las máquinas de fresar (compárense las figuras 528 y 529), está montada en un portaherramientas especial, que se destaca en el centro de nuestro grabado, y gira con suma velocidad á impulso de una correa de transmisión; mientras que un rodillo ó disco, cuya periferia se halla siempre en contacto con el modelo, y obra por otra parte sobre una cuerda sujeta en tensión (por medio de una pesa) al portaherramientas, obliga á éste á aproximarse ó alejarse más ó menos de la pieza por labrar, según que el corte en los diferentes puntos deba ser más profundo ó más somero. Al mismo tiempo, y mediante el mecanismo de traslación que ya describimos en nuestro capítulo sobre construcción de máquinas (véase la pág. 49),



FIGURAS 532 y 533.—Máquina dicha universal, para elaborar madera.

dicho portaherramientas se mueve con lentitud á lo largo del banco del torno; de modo que la pieza objeto de la operación se elabora gradual, aunque rápidamente, desde un extremo á otro, sin la menor intervención del hombre. Este no tiene más que cuidar de sacar del torno la caja de carabina concluida, sin tocar al modelo, y colocar otra pieza de madera en su lugar.

Las máquinas de taladrar ó barrenar, empleadas en la elaboración de la madera, no difieren esencialmente de las descritas al tratar de los metales, por cuya razón basta mencionarlas en este sitio.

Máquinas universales para la elaboración de la madera.—Las herramientas mecánicas referidas hasta aquí, en el presente capítulo, se destinan exclusivamente, cada una, á una clase especial de trabajo; pero en los últimos tiempos, tanto los ingleses como los norteamericanos se han esforzado en construir máquinas con las cuales puedan ejecutarse trabajos diversos. En los Estados Unidos sobre todo, donde escasea la mano de obra, al par que la civilización quiere adelantar á pasos agigantados, la necesidad ha sido, más que en otra parte alguna, la madre de los inventos, como lo demuestran los progresos realizados allí en todas las ramas de la maquinaria. En ese país se em-

plean, entre otras, los llamados "carpinteros ó ebanistas universales„, máquinas bastante reducidas, que ocupan poco espacio, con las cuales se asierran, cepillan, fresan, abren cajas y espigas y ensamblan las piezas de madera con la mayor rapidez y exactitud. Con una de estas máquinas, tales como se construyen hoy por la casa inglesa de Allan Ransome y Compañía, se puede, por ejemplo, cortar y dejar acabadas, en veinticuatro horas, todas las piezas correspondientes á 300 ventanas de dimensiones ordinarias, y en diez horas las de cien marcos de puerta.

Las figuras 532 y 533 reproducen una máquina del género que nos ocupa, aunque no le cuadra en rigor el calificativo de "universal„, puesto que con ella no se puede cepillar; es muy á propósito para los pequeños talleres de carpintería y ebanistería, así como para las fábricas especiales de cajones, marcos, etc., teniendo la ventaja, sobre las máquinas universales propiamente dichas, de costar la mitad menos que ellas. Nuestros grabados representan la máquina, vista de lado (fig. 532) y de frente (fig. 533), de modo que se ven claramente las partes esenciales de su mecanismo. El banco de la sierra está formado por una sólida pieza de fundición que sostiene una platina muy bien cepillada; sobre ésta se encuentra el aparato de guía para la madera, susceptible de fijarse en diferentes ángulos de inclinación, y que tiene por objeto determinar el grueso y la forma de las piezas que han de cortarse. El árbol de la sierra descansa sobre un soporte, que puede moverse en sentido vertical por medio de la manivela que se ve sobre la platina, y las correspondientes ruedas de engrane situadas debajo; es necesario poder levantar y deprimir dicho eje, porque, según las labores que se trate de practicar, hay que fijar sobre aquél hojas de sierra ó fresas de diferentes dimensiones y formas, así como variar el aparato de guía. En un extremo del árbol de la sierra, que asoma bajo la platina en un lado del banco, se adaptan las herramientas de barrenar, mientras que la madera encuentra colocación sobre una sólida mesita de hierro, independiente de la máquina y que se coloca á la distancia necesaria, como indica la fig. 533. Estas máquinas se construyen de diferentes dimensiones, con sierras circulares hasta de 80 centímetros de diámetro, y necesitan para funcionar de uno á cinco caballos-vapor de fuerza.

Máquinas para trabajos especiales.— Hemos dicho más arriba que se construyen máquinas especiales para determinadas ramas de la elaboración de la madera, como, por ejemplo, construir ruedas, vagones ferrocarrileros, toneles, cerillas de madera, clavijas ó estaquillas de zapatero, etc.; y ahora debemos ocuparnos brevemente de la importante industria de la tonelería y de las máquinas que hoy se emplean en ella.

La llamada tonelería á vapor, es decir, mecánica, se ha desarrollado de una manera extraordinaria en Pensilvania (Estados Unidos), con motivo de la explotación del petróleo; en 1872 existían en aquella región más de 150 fábri-

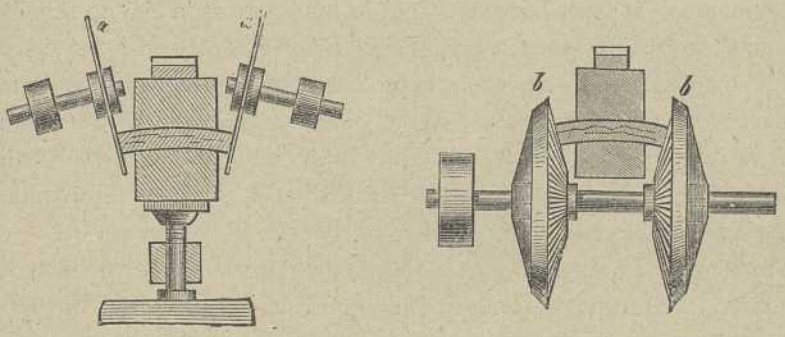
cas ocupadas exclusivamente en construir toneles para el aceite mineral. Generalmente hablando, un establecimiento semejante comprende una máquina de vapor de veinte caballos y unas diez máquinas especiales, á saber: una para hendir la madera de roble; una sierra de armazón con 12 á 16 hojas; una máquina de cepillar las dovelas; una sierra circular doble; una máquina de ensamblar; dos tornos para formar los fondos, y una máquina de hacer clavijas de madera. Aparte del fogonero, que cuida de las calderas de vapor, se necesitan sólo ocho hombres para el servicio de dichas máquinas, que elaboran y acaban, en el corto espacio de veinticuatro horas, nada menos de 300 de esos toneles que nuestros lectores habrán visto sin duda muchas veces (pintados de azul) y contienen cada uno 200 litros, próximamente, de petróleo. La mejor prueba de la solidez de dichos toneles es que se envían llenos de aceite á todas partes del globo, sin que se abran ni sufran el menor desperfecto. Con las máquinas referidas se pueden construir en veinticuatro horas 80 toneles para vino ó aguardiente, de la cabida de 600 á 700 litros; mientras que tratándose de toneles para el envase del azúcar, que se hacen de madera de pino, se pueden producir 200 piezas en igual tiempo, y con solos cinco ó seis operarios. Según las dimensiones de los toneles que se quieren obtener, un juego completo de máquinas (sin contar la de vapor), tal como las construídas por Dragg y Mudlach, de Nueva York, cuesta de 10.000 á 15.000 pesetas.



FIG. 534.
Tonelería en el siglo XVII, según un grabado de la época.

En general, la fabricación á máquina de los toneles comprende, como la tonelería de mano, tres operaciones: la elaboración de las dovelas, la de los suelos ó fondos, y la formación de los toneles por la reunión de dichas piezas y su sujeción con los aros. Las dovelas se forman de primer intento hendiendo la madera ó cortándola por medio de sierras circulares ó de cinta; las hendidas son las más duraderas, porque de este modo no resultan cortadas las fibras de la madera, como sucede con la sierra. Tanto las dovelas hendidas como las aserradas reciben luego su encorvadura, ablandándolas por medio del vapor ó el agua caliente, y sometiéndolas á una presión fuerte en moldes á propó-

sito. Después se cepillan interior y exteriormente en máquinas especiales, y para dar á sus bordes el bisel correspondiente, se someten á la acción de dos pequeñas sierras circulares (fig. 535, *a a*), ó bien á la de dos fresas cónicas (figura 536, *b b*), después de cuya labor se juntan perfectamente las dovelas entre sí. Para formar los fondos se ensamblan varias tablas por medio de clavijas, y el conjunto se corta circularmente con una sierra, fresando después el borde. Las dovelas se ensamblan con los fondos y el tonel se forma por medio de máquinas especiales, cuya construcción tiene cierta analogía con la del torno. Además de las máquinas referidas, toda fábrica de toneles bien montada cuenta con los aparatos necesarios para formar los aros de hierro ó madera, cortar tarugos ó bordones y sus correspondientes agujeros para empegar, etc.



FIGURAS 535 y 536.—Máquinas para formar los bordes de las dovelas.

En cuanto á la construcción mecánica de las ruedas de carruajes, uno de los primeros establecimientos que la adoptaron fué la gran fábrica de ómnibus que se fundó en París, por el año 1828. Actualmente se emplea en ella, para formar las ruedas, una serie de once máquinas especiales, de las que tres están destinadas á la elaboración de los cubos, tres á la de los rayos y cinco á la de las pinas.

Merced al empleo constante de la maquinaria, la elaboración de la madera en los Estados Unidos ha tomado el carácter de una verdadera industria fabril; establecimientos hay, como, por ejemplo, el de Sage y Compañía, en Michigán, que asierran diariamente más de cien mil metros corridos de maderas, para lo cual necesitan motores de vapor de la fuerza colectiva de 500 á 600 caballos. En nuestro continente, aunque la mayor parte de los carpinteros y ebanistas siguen trabajando con herramientas de mano, va haciéndose sentir la influencia de la maquinaria; siendo ya bastantes los talleres que recurren al empleo de herramientas mecánicas, que se fabrican hoy con perfección en Inglaterra, Francia y Alemania, mientras que otros ebanistas se surten de diferentes piezas y objetos de madera, para cuya producción en grande existen ya fábricas especiales en diferentes países europeos. Los establecimientos en

que la elaboración mecánica ha alcanzado su mayor desarrollo, son los que se dedican á las obras de madera necesarias para la construcción de edificios, como vigas, armaduras de tejado, suelos entarimados ó de mosaico *(parquet)*, escaleras, puertas, ventanas y demás. En Suecia y Noruega, más en especial, existen importantes fábricas de este género, cuyos productos compiten ventajosamente con los de otros países en los propios mercados de éstos, y aun después de gravados con los correspondientes derechos de importación.

TALLA DE LA MADERA

El trabajo artístico de la madera, es decir, su talla ó esculpido, es un arte que, hoy como ayer, queda reservado á la mano armada de tan sencillas herramientas como el formón, la gubia, el cincel y la escofina; pues si bien por medio del torno de copiar se consigue producir trabajos decorativos de madera que merecen el calificativo de artísticos, y antes sólo podían hacerse á mano, claro está que ninguna máquina puede ser llamada á dar forma verdaderamente libre y artística á las creaciones de la fantasía, cual resulta de una mano hábil, guiada por el genio y el sentimiento.

La madera es un material que la Naturaleza ofrece casi por doquier, y cuya elaboración fácil la hacía, en otros tiempos, más á propósito que la piedra y los metales para diversas aplicaciones; no es extraño, pues, que su talla, como industria artística, tenga remoto origen. En la antigua Jerusalén los tallistas que se ocupaban en el decorado de la obra de madera en las casas principales y en la formación de vasos, constituían un gremio numeroso y considerado; y del Egipto se conservan cajas talladas de momias cuya antigüedad se remonta á más de dos mil años antes de nuestra Era. También en la antigua Grecia se desarrolló muy pronto la talla de la madera, siendo este arte el precursor de la escultura del mármol, que alcanzó allí tanta perfección. Atribúyese á aquélla un origen divino, pues según el mito, las más antiguas imágenes de madera de los dioses habían caído del cielo, como nuestras "aparecidas„. Los primeros ensayos en esta rama de la plástica fueron los llamados *hermes*, ó sean medias estatuas ó bustos sobre bases elevadas, y más estrechas abajo que arriba, que constituían columnas de madera; los carros de combate, hechos de madera de higuera ó álamo, estaban adornados con riquísimas obras de talla, lo mismo que las adargas ó escudos de madera de aquellos héroes. Los indios tallaban en diferentes especies de maderas finas, pequeños objetos de adorno, como pendientes y brazaletes. También los primitivos pueblos germanos y eslavos practicaban la talla de la madera para el adorno de sus armas y vasos, y dar forma á sus imágenes religiosas, etc.

Los trabajos más antiguos que se conservan de esos pueblos revelan no

poca habilidad técnica, y las hay que parecen haber sido hechos con algún mecanismo semejante al torno; pero no brillan por cierto por su gusto artístico. A partir del siglo VI, la talla de la madera tomó en Alemania cierto impulso, y desde entonces hasta el siglo X realizó notables progresos, pues se conservan todavía algunas obras, principalmente objetos del culto religioso, correspondientes á esta época, que pueden considerarse como verdaderos productos artísticos. Desde el siglo XII en adelante mejoró notablemente la forma de los muebles empleados en las casas, y con el desarrollo de la arquitectura gótica alcanzó la talla de la madera un desenvolvimiento sorprendente en los países alemanes. Las construcciones del siglo XV contienen obras de talla, como revestimientos de paredes y techos, altares, retablos, cancelas,



FIG. 537.—Entrepaño tallado, de Frullini.

sillerías, etc., inmejorables por la hermosura de sus formas y lo artístico de la ejecución; pero en los siglos sucesivos decayó el arte en cuestión gradualmente, cediendo su puesto á otras.

También en España llenáronse los templos, durante los siglos XV y XVI, de obras de talla, debidas á artistas nacionales, en unión con otros muchos, italianos, franceses, alemanes y neerlandeses. Basta recordar los grandes retablos de las catedrales de Toledo y Sevilla, así como las hermosas sillerías de coro, que fueron ejecutadas en parte á fines del siglo XV y á los cuales van asociados los nombres del *Maestro Rodrigo* y de *Nufro Sánchez*; pero los artistas españoles que más descollaron en el arte de la talla corresponden al siglo XVI, y fueron *Berruguete*, á quien se debe gran parte de la sillería del coro de la catedral de Toledo, el retablo del Colegio Mayor de Salamanca y otros muchos trabajos del género; *Gaspar Becerra*, cuya obra maestra es el retablo de la catedral de Astorga; *Esteban Jordán* y *Juan de Juni*, á quienes también se deben varios retablos notables; y *Gregorio Hernández*, *Juan Martínez Montañés* y *Alonso Cano*, que florecieron en el siglo XVII, se distinguieron más especialmente por sus imágenes ó estatuas de talla, que pueden admi-

rarse en Valladolid, Sevilla y Granada; pero después de Cano se inició rápidamente una tendencia realista del peor gusto, que condujo á la degradación completa del arte.

A tal extremo llegó ésta, que á fines del siglo pasado escribía el peritísimo secretario de la Academia de San Fernando, D. Antonio Ponz: "Se han gastado montes de oro en dorar disparatadas máquinas de madera con el nombre de altares de talla, con gran daño de los montes, de la majestad de los templos y de la religión misma, á quien se ofende gravemente cuando para su uso, aun en las cosas externas, se mezclan tales extravagancias, que mueven, con justa causa, la risa y la indignación. Semejantes obras, con sus colgajos de uvas, de calabazas, berzas y otras frutas, sobre ser unas madrigueras de ratones y receptáculos de polvo, cualquier hombre de juicio conoce que son extrañas imaginaciones de entendimientos desarreglados y sin cultura alguna, y, por fin, que son producciones que las bellas artes ni aun por espureas quieren reconocer„.



Fig. 538.—Talla de los zapatos de madera.

En medio de la decadencia general del arte de la talla, tan floreciente en otras épocas, es digno de notar cómo se ha conservado y fomentado en ciertas regiones montañosas del centro de Europa. En ninguna otra rama de las bellas artes se registra el caso de que sencillas gentes, como los montañeses del Tirol, de Baviera, Turingia y Suiza, se dediquen, *motu proprio*, á producir obras artísticas, llevándolas á un grado de perfección tanto más sorprendente, cuanto que supone una delicadeza del gusto, de la vista y de la mano que no suele ser patrimonio de gentes de tan poca educación. La causa primera del desarrollo de semejante arte en los montes, debe buscarse en la carencia de ocupación fija de sus habitantes durante gran parte del día y del año, unida á la existencia de un material barato y muy á propósito, como, por ejemplo, la madera tan fina y hermosa del pino cembra, que abunda en el Tirol. Pero andando el tiempo, los bonitos productos de esta industria se han ido acreditando cada vez más en el extranjero, estimulando á aquellas sencillas gentes, de modo que hoy viven de las ganancias que rinde una población numerosa, y los Gobiernos, especialmente el bávaro, fomentan la industria por medio de escuelas especiales en que se enseña á dibujar y á tallar. Los valles de Groeden y Enneberg, en el Tirol, los distritos de Berchtesgaden y Partenkirchen, en Baviera, y el de Brienz, en Suiza, son célebres en todo el mundo

civilizado por sus obras de talla. En la arquitectura, y más especialmente en la ebanistería, se va despertando nuevamente el gusto por el arte de que tratamos, y en Alemania y otros países se producen hoy muebles tallados de mucho mérito. La fig. 537 es ejemplo de un entrepaño ó tablero precioso, debido á Frullini, que se admiraba en la Exposición vienesa de 1873; y más adelante, en este mismo capítulo, reproducimos otras muestras del género.

Una talla especial, que por cierto nada tiene de artística, se practica en algunas comarcas de Francia, así como en Estiria y el Tirol, y es la de los zapatos de madera (*sabots*), que usan muchas gentes del campo y constituyen, por lo mismo, un artículo de comercio no despreciable. Para realizarla bastan las herramientas más sencillas, como indica la fig. 538.

EBANISTERÍA

La ebanistería y la carpintería son las ramas de la industria maderera que producen los objetos del uso más general; la última toma parte en la construcción de la casa, mientras que la primera cuida de hacerla habitable y cómoda.

No hay para qué decir que los pueblos civilizados de la antigüedad ya usaban muebles, si bien en su construcción y forma diferían bastante de los nuestros. Se tenían, entre otros, bancos, sillones, mesas y camas de madera, en cuya construcción empleaban los griegos principalmente las maderas de arce y de boj, incrustándolas con marfil y otras materias, con arreglo á la costumbre oriental. En cuanto á los romanos, despréndese de sus pinturas, así como de sus escritores, que llegaron á desplegar mucho lujo en su mobiliario: Plinio refiere que traían del Asia preciosos muebles, pagándolos á precios verdaderamente fabulosos. Cicerón, por ejemplo, que no era por cierto de los personajes más ricos de su tiempo, compró un día una mesa de madera de ciprés por un millón de sestercios, ó sean próximamente 268.000 pesetas.

La forma, así como el adorno de los muebles, entre los que las mesas, sillas, camas y armarios fueron siempre los principales, variaron en las diferentes épocas, con arreglo á los estilos predominantes. Conocemos por las pinturas antiguas las formas que solían dar á semejantes objetos los egipcios, griegos y romanos; pero respecto de los pueblos germánicos, carecemos por completo de tales datos relativos á los primeros siglos de nuestra Era, y sólo podemos formar algún concepto en la materia en vista de documentos de la época bizantina. En efecto; algunos manuscritos de este período de la Historia contienen pinturas cuyos objetos, tomados naturalmente de la vida de entonces, arrojan alguna luz sobre la disposición de las habitaciones en general, y en especial sobre el mobiliario. Tal sucede, por ejemplo, con un escrito

del siglo XII, titulado *Hortus deliciarum* (jardín de las delicias), y debido á la pluma de Herrad de Landsperg, abadesa del convento de Santa Odilia, cerca de Strasburgo; y aunque el texto se refiere exclusivamente á asuntos bíblicos, las ilustraciones que le acompañan, por un anacronismo muy perdonable en aquella época, reproducen objetos y figuras propias de la misma, siendo, por tanto, de valor inestimable para el arqueólogo. En la Biblioteca Nacional de París se conservan también algunas miniaturas muy instructivas respecto del mobiliario, como, por ejemplo, una que representa la "mesa redonda„ del rey Artus de Bretaña, correspondiente al siglo XIV.



FIG. 539.—Sillón gótico.

Bajo la influencia del estilo gótico mejoró de un modo notable el aspecto artístico de los muebles, que solían tallarse más ó menos ricamente, como indica la fig. 539. Al mismo tiempo progresó el trabajo de la madera desde el punto de vista técnico, distinguiéndose los muebles de aquella época por su sólida construcción. Donde el ebanista moderno se contenta con la ensambladura más sencilla de las diversas piezas, apelando á la cola para prestarle firmeza, el de la Edad Media afianzaba sus uniones de caja y espiga mediante clavijas de madera dura ó de hierro, y valiéndose sólo de madera hendida, bien seca y escogida, prestaba á sus obras una consistencia que rara vez se nota en las de nuestros tiempos. La cola se empleaba por entonces no más que para sujetar los adornos incrustados ó embutidos á manera de mosaico; los adornos de relieve aplicados y el chapeado de las superficies, eran cosas desconocidas; el decorado formaba parte integrante, digámoslo así, del esqueleto del mueble, ó bien estaba ensamblado sólidamente con el mismo; de este modo era limitado el campo de la construcción y del adorno, pero en cambio se lograba la mayor solidez. Pero la gran duración de los muebles de esa época y las raras señales que dan de alabeo y de rajarse, debe atribuirse principalmente al hecho de que para trabajar la madera se empleaba poco la sierra; ora sea porque las herramientas de este género eran poco á propósito, ora porque su uso era condenado en principio: actualmente el empleo de maderas hendidas para la construcción de muebles resultaría demasiado caro.

Es característico de los muebles de la Edad Media el que, á pesar de la

riqueza de su adorno, sus formas son sencillas y corresponden bien á los usos á que se destinaban; predominaban en ellas las líneas rectas, ora porque respondían mejor al gusto predominante, ora porque las herramientas de que se disponía no se prestaban bien á producir las formas curvilíneas que más adelante se introdujeron. Durante la época del Renacimiento se hicieron grandes progresos en este sentido, trabajándose la madera mucho más libre y elegantemente. Las industrias que tenían á su cargo el amueblado y adorno de las habitaciones, alentadas por el buen gusto propio de los siglos XV y XVI, en posesión de procedimientos técnicos nuevos y cada vez más perfectos, y



FIG. 540.—Cofre de lujo, del Renacimiento.

disponiendo de nuevos materiales gracias á las mayores facilidades del tráfico, se vieron también favorecidas por el lujo, que desde las cortes invadía ya la clase media de la sociedad. Al mismo tiempo los artistas más célebres no desdeñaban hacer dibujos para los ebanistas; hombres como Peruzzi, Giuliano y Benedetto da Majano se ocupaban en producirlos, y los decorados de la galería Pitti, en Florencia, ejecutados para los Médicis hacia el año 1500, son tan dignos de alabanza como las obras de otras artes consideradas como más nobles. Los muebles de aquellos tiempos son verdaderas obras maestras, y acaso la mejor prueba de ello está en la circunstancia de que nuestro gusto moderno se inclina decididamente en el sentido que predominaba durante el Renacimiento.

En tiempos posteriores, es decir, durante los siglos XVII y XVIII, y especialmente bajo la influencia del estilo rococó ó churrigueresco, fueron desapareciendo las hermosas formas del Renacimiento, recargándose los muebles con una profusión de adornos más ó menos caprichosos, y variándose los efectos

decorativos mediante el empleo de bronces, del dorado, la pintura, el mosaico, etc.; en manos de ebanistas ordinarios, semejantes combinaciones sólo po-



FIG. 541.—Sala de un príncipe, en el siglo XVII.

dían producir obras estrafalarias ó chocantes; mas cuando á su aplicación presidía un gusto artístico, solían resultar efectos muy hermosos. Durante el reinado de Luis XVI, y merced más particularmente á la iniciativa de *Boule*, el ebanista parisiense más célebre, se pusieron de moda los muebles de marquetería, es decir, ricamente incrustados con adornos de metal, marfil, carey y materias



FIG. 542.—Habitación en el siglo XVIII.

análogas de diversos colores, con las que se lograban los efectos más brillantes y variados. Semejantes muebles, hechos por Boule, fueron altamente esti-

mados en su tiempo, y los que aún se conservan alcanzan hoy enormes precios cuando llegan á ponerse á la venta, por más que el arte de la marquetería se practica en la actualidad con mucha perfección, no sólo en el adorno de muebles, sino también de otros muchos objetos.

En cuanto á los muebles modernos, se construyen en su mayor parte con arreglo á modelos fijos, cuyo estilo varía poco en los diferentes países; de modo que en los mobiliarios ordinarios se nota en toda Europa cierta uniformidad, si bien respecto de la construcción misma, en Inglaterra se aspira más



Fig. 543.—Amueblado de una sala tunecina.

á la mayor comodidad y solidez; en Francia, á la elegancia, y en Alemania á la baratura. Pero de algún tiempo acá se registra un progreso muy notable en la construcción de los muebles de lujo ó artísticos, en cuyo terreno se ha despertado un afán laudable por imitar las obras maestras de las buenas épocas de antaño.

Los muebles, relacionados por su destino con las obras de arquitectura, y cuyas formas, por más que muy variables, según los diversos usos, están en cierto modo regidas por éstos, debieron construirse en rigor con sujeción á algún estilo. Las anchas superficies que presentan son muy á propósito para el desarrollo de la ornamentación, y sus contornos exteriores convidan al empleo de columnas, pilastras, arcos y otros elementos arquitectónicos. Es verdad que la falta de estilo en la mayoría de nuestras casas deja al artista un

campo muy lato para la elección de las formas más apropiadas para los muebles; mas no debe abusar de su libertad, pues nada contribuye tanto á la degeneración del buen gusto como la falta de él en los muebles que están constantemente á la vista. Buena prueba de ello nos ofrecen el siglo pasado y la primera mitad del presente; pero ya, por fortuna, hase iniciado una tendencia regeneradora, volviendo la vista hacia el período del Renacimiento propiamente dicho, y reproduciendo la pureza y armonía de sus formas



FIG 544.—Cofrecito de marquetería, para alhajas.

en los objetos de uso diario que tanto influyen en la educación del gusto.

En la Exposición londonense de 1862 pudo notarse ya la tendencia de que hablamos, y se manifestó mucho más palpablemente aún en las últimas de París y Viena, donde la mayor parte de los objetos de ebanistería artística llevaban el sello del Renacimiento. Semejante estilo se presta maravillosamente á los adornos de talla, así como á la incrustación ó aplicación de metales y maderas de diversos colores; y si bien la gran variedad de maderas exóticas que hoy se importan puede dar margen á abusos en su empleo, los buenos artistas saben resistir á la tentación y elegir y combinar juiciosamente los materiales más adecuados para producir los mejores efectos.

Un material muy apreciado actualmente es el ébano, empleándose solo, en

cuyo caso ciertas partes del mueble se pulimentan, y otras se dejan sin brillo; ó bien combinándose con otras maderas exóticas, como el palo rosa y el de amaranto, según se estila en Francia. La madera del peral ofrece un material excelente para los adornos plásticos y finos de talla, mientras que para los muebles artísticos de carácter más sólido se emplean diferentes especies de

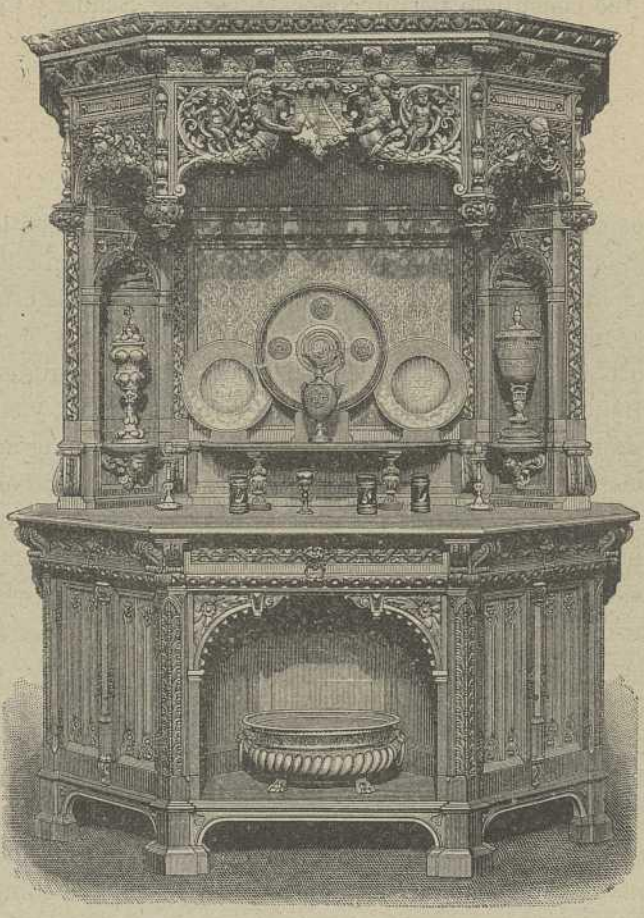


FIG. 545.—Aparador ejecutado en Dresde.

roble, dejándolos de mate, y las maderas de nogal y caoba que se pulimentan y barnizan. También se ha desarrollado en algunas partes, en especial en Italia, el arte del mosaico de madera para el adorno de los muebles artísticos, mientras que en otros países, como ya dijimos, se cultiva la marquetería con el mejor éxito.

En la fig. 544 reproducimos una preciosa obra de marquetería moderna, ejecutada en Munich con arreglo á un diseño del profesor Miller. No necesitamos ponderar el relevante mérito artístico del aparador representado en la

fig. 545, preciosa obra de roble hecha en Dresde sobre un modelo de Graff; y también es de muy buen efecto el armario de talla de la fig. 546, obra de la casa Ziegler y Weber, de Carlsruhe. Por último, llamaremos la atención de nuestros lectores acerca del magnífico armario que reproduce la fig. 547, que regaló en 1886 la "Sociedad alemana de industrias artísticas„ al entonces príncipe heredero (más tarde emperador Federico), con motivo de sus bodas de plata, y fué construído por la conocida casa de Schulz y Compañía, de Berlín.

MOSAICO DE MADERA Y MOLDEADO

Entre los varios procedimientos técnicos de que se valen los ebanistas modernos en la construcción de sus obras artísticas, merecen referirse los del mosaico é incrustación de madera, así como el moldeado de esta materia, al que aludimos más arriba.

El mosaico de madera, ó sea la formación de dibujos ó figuras por la combinación de muchos pedacitos de madera de diversos colores, y cuyo efecto es análogo al de los mosaicos de piedra y vidrio, es un arte muy antiguo, practicado en Oriente y el Mediodía de Europa, que ha vuelto á renacer en nuestros días. Cuando se contempla una obra semejante, formada por multitud de piececitas que apenas podrían tomarse entre los dedos, no se comprende fácilmente de qué medios se vale el artista para conseguir su objeto; y sin embargo el trabajo no es tan difícil como parece, al menos tratándose de dibujos de forma regular y que se repiten. La operación consiste primero en juntar un número mayor ó menor de finas varillas prismáticas de maderas de diferentes colores, disponiéndolas de modo que sus secciones ó extremos formen el dibujo deseado, y pegándolas entre sí con cola en toda su longitud; el cuerpo prismático ó cilíndrico compuesto que se obtiene de este modo se divide entonces transversalmente en discos ó láminas delgadas, por medio de una fina sierra de cinta, y estas láminas se aplican con cola sobre el mueble que se trata de adornar, ó bien se embuten en las depresiones superficiales del mismo, previamente practicadas al efecto.

Por la incrustación especial, que se llama *intarsia*, se producen dibujos con piezas mayores de uno ó varios colores, para el adorno de los muebles chapeados. En la chapa, antes de pegarse, se cortan aberturas correspondientes al dibujo, por medio de una sierra finísima de calar, y la chapa así calada se aplica sobre el mueble con cola; luego se cortan con la sierra piezas de chapa de las maderas que se quieren incrustar, exactamente de la misma forma y tamaño que los calados hechos en la primera, y con ellas se rellenan cuidadosamente estos últimos, pegando cada pieza con cola. El mismo procedimiento

se sigue con el marfil, carey, nácar y los metales que suelen emplearse en semejantes incrustaciones.

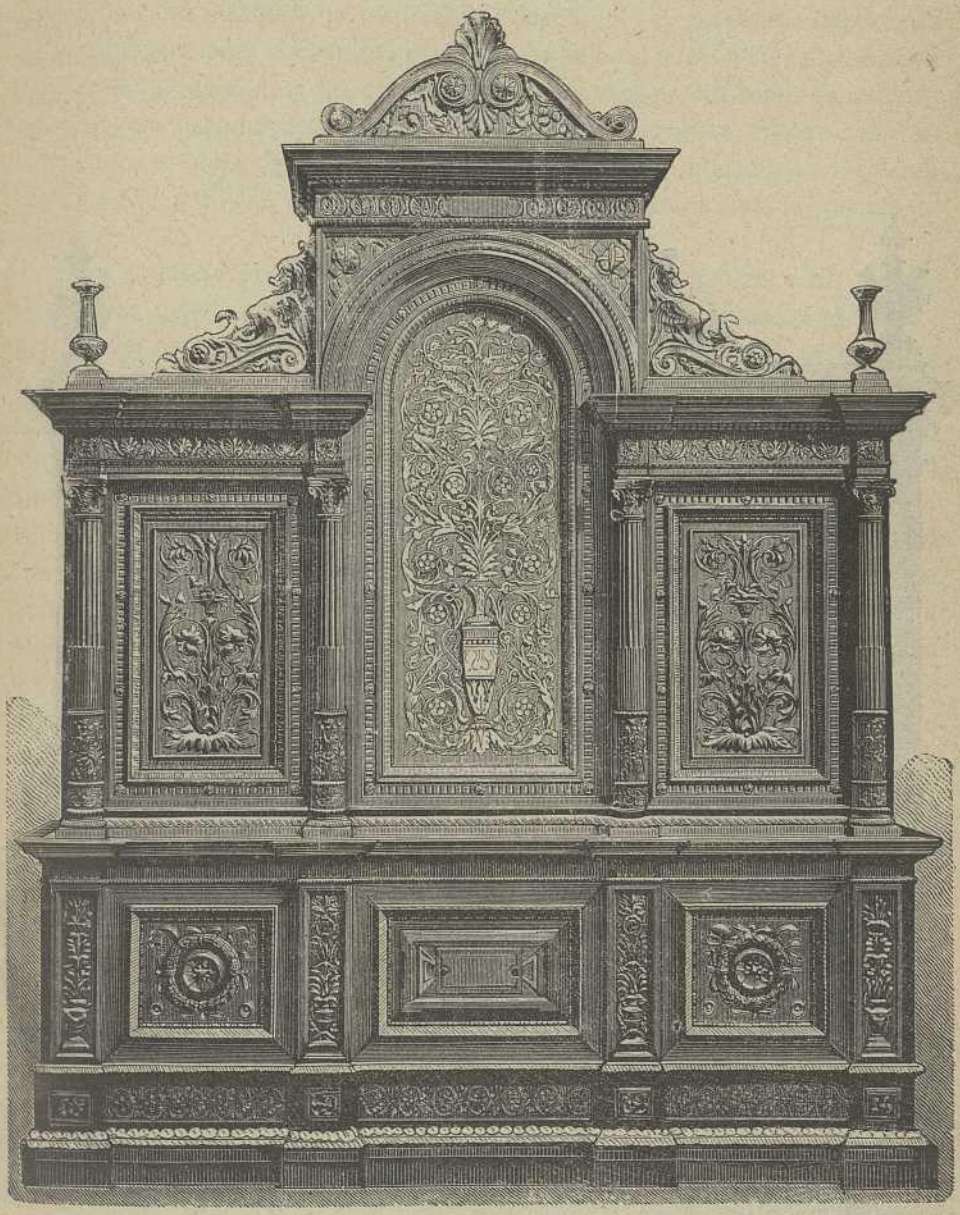


FIG. 546.—Armario de talla ejecutado por Ziegler y Weber, de Carlsruhe.

Otro procedimiento en uso de algunos años á esta parte, es aplicable á piezas de madera maciza, lo mismo que á las ya chapeadas. El dibujo que ha de formar el adorno se traza primero en una plancha de cinc, que se corta luego

con arreglo al contorno trazado; en la superficie de la pieza objeto del adorno se pega con cola un pedazo de chapa de la madera que se trata de incrustar, y

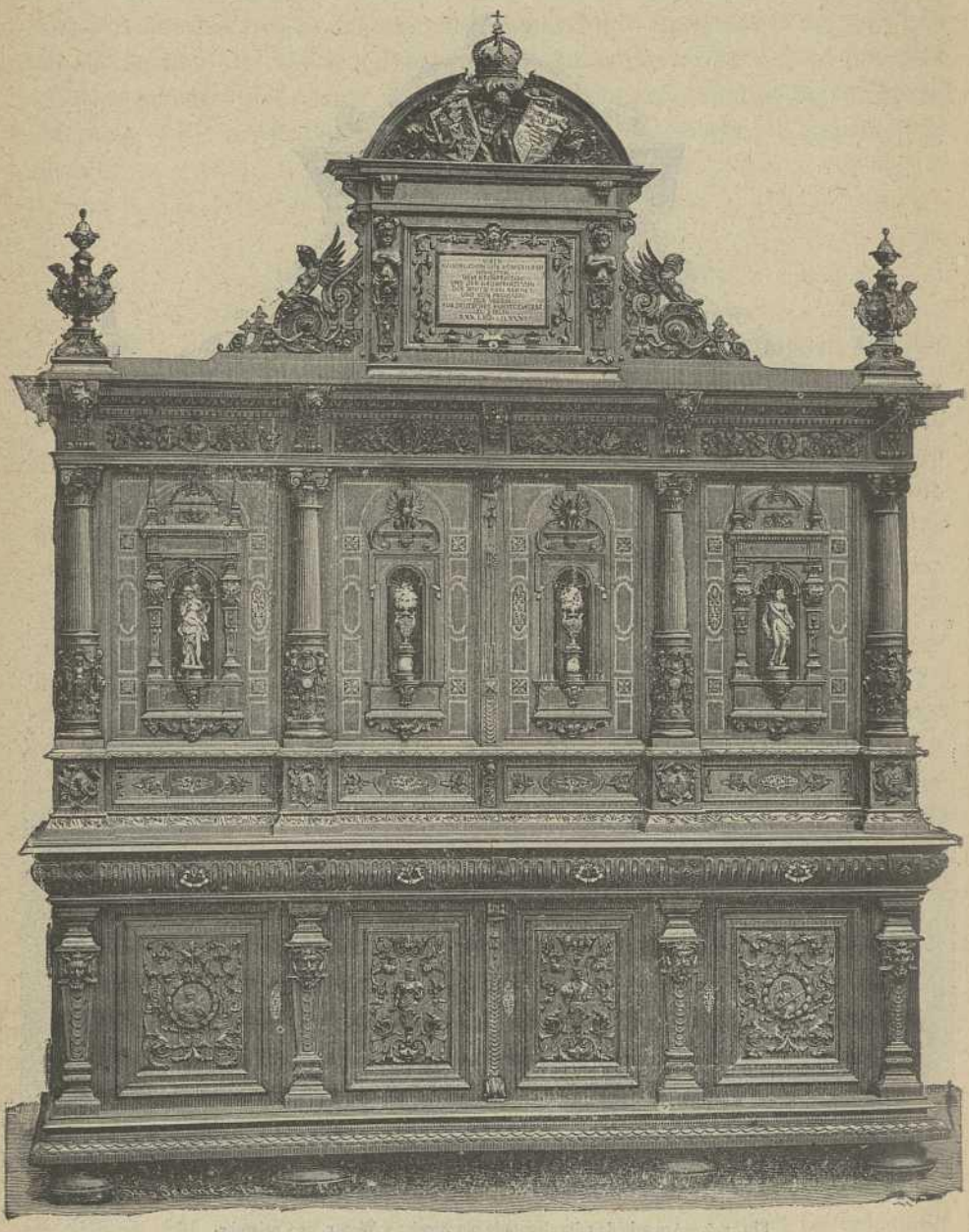


FIG. 547.—Armario de talla y marqueteria, ejecutado por Schulz y Compañía, de Berlín.

entonces, colocando sobre él el patrón ó modelo de cinc, se somete el conjunto á una fuerte presión, en una prensa hidráulica ó de tornillo; esto tiene por efecto producir en la pieza que sirve de base ó fondo una depresión que correspon-

da al contorno del patrón, en la cual la chapa sobrepuesta queda incrustada; sacada la pieza de la prensa y retirado el patrón, se limpia la superficie con el cepillo, quitando la chapa sobrante, y entonces puede procederse al pulimento.

El llamado *moldeado* de la madera constituye hoy una rama importante de la industria, pues encuentra aplicación, no sólo en la ebanistería, sino también en la fabricación de marcos para cuadros y espejos, así como de muchos otros objetos decorativos. En la construcción de muebles se aplican con frecuencia los adornos moldeados en lugar de los de talla, mucho más difíciles y costosos de producir, y después de pulimentados no se nota fácilmente la diferencia.

Para producir los productos en cuestión se emplean generalmente moldes huecos de metal, en los que se comprime, mediante prensas á propósito, una pasta compuesta de serrín de madera finamente molido y agua de cola, á la que suele añadirse un poco de arcilla, yeso, creta, pez, materias colorantes, etc., según los casos. El molde mismo se unta previamente con aceite, á fin de que pueda sacarse luego con más facilidad el objeto formado, el cual se deja secar en el molde mismo, ó bien fuera de él. Para prestar mayor solidez á semejantes objetos, suelen colocarse en el molde varillas de madera ó de hierro, de manera que queden envueltas por la pasta, formando como un alma. Secados los objetos, se alisan, pulimentan, pintan ó doran, según los usos á que se destinan, aplicándose el dorado principalmente á los marcos para espejos y cuadros. Mediante la mezcla con la pasta de materias colorantes á propósito, se pueden imitar las diferentes especies de madera, hecho que aumenta la utilidad del procedimiento. Este resulta mucho más barato que la talla, y ofrece especialmente una gran ventaja cuando se trata de obtener muchas piezas de la misma forma, como capiteles de columnas y adornos análogos. Es verdad que los objetos de madera de molde son poco resistentes bajo la presión, y por lo tanto sólo pueden aplicarse como piezas meramente decorativas.

CELULOSA Y CELULOIDE

En el primer tomo de esta obra, al tratar de la fabricación del papel, tuvimos ocasión de hablar de la pasta de madera, que hoy se emplea tan extensamente para suplir en parte á los trapos, cuya carencia se hace notar cada vez más. La preparación de dicha pasta constituye actualmente una industria muy importante, habiéndose desarrollado en los países montañosos, ricos en selvas y corrientes de agua, de las que las últimas se utilizan para obtener la fuerza motriz necesaria.

Los troncos de los árboles, desprovistos de su corteza, se asierran en pequeños cubos de 15 á 20 centímetros de lado, que se oprimen mediante tor-

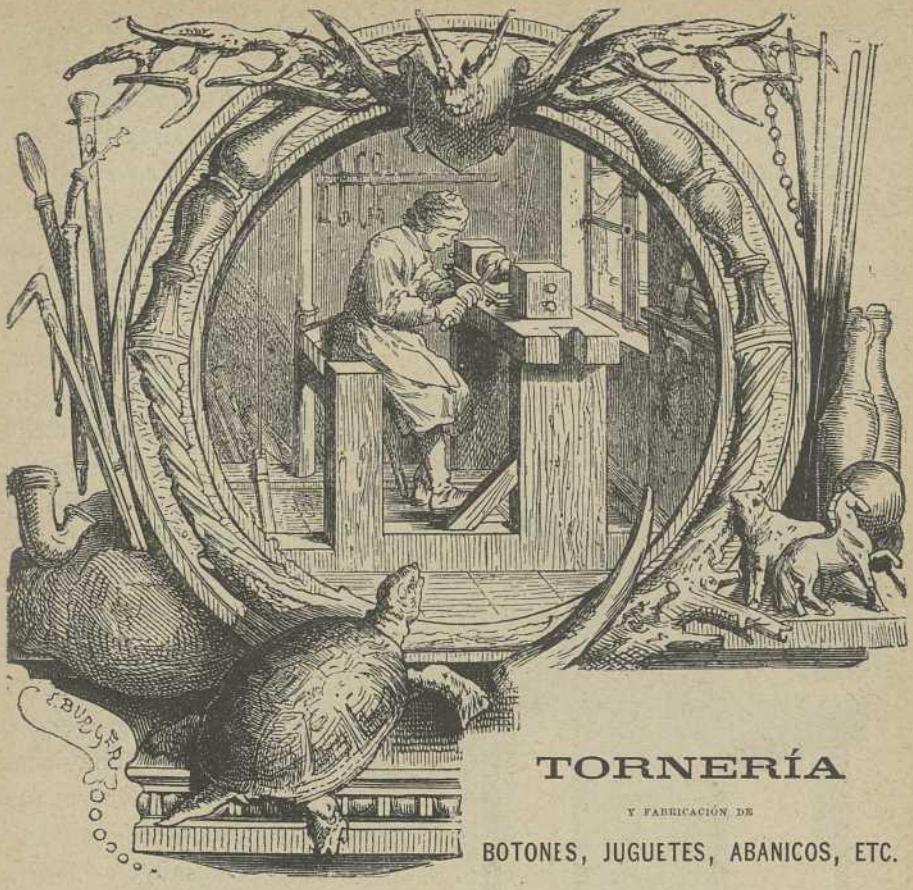
nillos contra una piedra de amolar, que gira velozmente, en una máquina construída para el objeto (véase tomo I, fig. 345). La madera, así molida de primer intento, sale de la máquina arrastrada por un chorro continuo de agua, y después de pasar por varias cribas que separan las partes bastas de las fibras más finas, éstas se someten á otra molienda en una segunda máquina, que es una modificación del molino harinero. La pasta obtenida de esta manera se conduce sobre aparatos de construcción parecida (aunque mucho menos compleja) á la de las máquinas de papel continuo, al pasar por los cuales se va escurriendo y toma bastante consistencia para ser arrollada en torno de un rodillo, formando un cilindro que, después de seco, se entrega á los fabricantes de papel.

Esta pasta de madera sólo sirve para fabricar papeles bastos y cartones, siendo preciso purificarla químicamente si ha de emplearse para producir papeles finos. En efecto, la membrana ó envoltura externa de las celdillas jóvenes de toda planta está constituída por una sustancia llamada *celulosa*, mientras que en la madera, ó sea el tejido vegetal ya endurecido, la celulosa se halla mezclada con otras materias, llamadas incrustantes (resina, goma, aceite, etc.), que no se separan de la pasta preparada sólo mecánicamente. Las fibras textiles vegetales (algodón, lino, cáñamo), así como el papel hecho con ellas, se componen de celulosa casi pura, y esta consideración dió lugar á la idea de privar á la pasta de madera de dichas materias incrustantes, á fin de adaptarla mejor á las necesidades de la industria papelera.

Con este fin los troncos descortezados de los árboles se desmenuzan primero en una máquina especial, bajo la acción de cuchillas que giran velozmente, convirtiéndose en finas virutas, que se reducen todavía más, haciéndolas pasar entre cilindros acanalados. La masa así obtenida se cuece entonces, durante unas seis horas, en calderas cilíndricas de hierro, con una disolución de sosa cáustica, bajo una presión de vapor de cuatro á diez atmósferas, á cuyo efecto se colocan dichas calderas en grandes cilindros que se cierran herméticamente y en las que se introduce vapor de agua de alta presión. Merced á esta cochura, se disuelven las materias resinosas y grasas de cuya eliminación se trata, y la pasta, compuesta entonces en su mayor parte de celulosa, se lava repetidamente en agua, se somete al blanqueo, y se comprime, por último, en una prensa hidráulica, formando panes que se secan al aire. Los panes secos constituyen el producto que se entrega á los fabricantes de papel.

La madera encuentra también una aplicación extensa en la preparación de la llamada *celuloide*, que es una masa córnea, elástica y dura que, desde tiempos recientes, se viene empleando mucho en la fabricación de diversos objetos de adorno, peines, mangos de cuchillos y tenedores, bolas de billar, etc.; es decir, de muchos artículos que solían hacerse de cautchuc, de cuerno ó de marfil.

La celuloide es una mezcla de algodón-pólvora y alcanfor, y la primera de estas materias, ó sea la nitrocelulosa, se prepara con frecuencia sometiendo la celulosa obtenida de la madera á la acción química de una mezcla de los ácidos nítrico y sulfúrico, después de lo cual se lava repetidamente en agua. La nitrocelulosa se mezcla entonces con alcanfor, añadiéndose materias colorantes diversas, según los casos, y se comprime fuertemente durante algún tiempo en moldes, por medio de una poderosa prensa hidráulica, manteniéndola á una temperatura de 120 á 130 grados, bajo la cual es muy plástica. Después de esta operación, la celuloide seca y dura puede elaborarse como el cuerno ó el marfil; pero hay que observar ciertas precauciones, tanto durante su elaboración como en el uso de los objetos formados con él, pues es de naturaleza inflamable, si bien, á pesar de contener algodón-pólvora, sólo arde con llama fuliginosa, sin producir explosión. En su estado plástico, es decir, á la temperatura de 125°, la celuloide se presta admirablemente al moldeado, formándose de esta manera diferentes objetos, entre ellos clichés para la imprenta.



TORNERÍA

Y FABRICACIÓN DE

BOTONES, JUGUETES, ABANICOS, ETC.

Introducción.—Del torno y trabajo del tornero.—Torno de arco; torno de rueda; mandriles; herramientas; portaherramientas mecánico; aplicaciones especiales del torno.—Fabricación de botones.—Fabricación de juguetes de madera.—Fabricación de abanicos.

La tornería es un arte muy antiguo, importante é interesante. Los autores clásicos atribuyen su invención á los griegos, pero en realidad es de origen indio; en siglos pasados constituía con frecuencia una ocupación predilecta de muchas personas de calidad, y hubo hasta emperadores y reyes que lo aprendían y practicaban, y todavía se encuentran bastantes aficionados á tornear en las clases superiores de la sociedad, especialmente en Inglaterra y Alemania. En la antigua Roma hubo ya torneros de oficio, y la industria de tornear la madera, el cuerno, el hueso, el marfil, etc., se desarrolló bastante pronto en diferentes países europeos, existiendo ya hace más de dos siglos tornos movidos por la fuerza hidráulica.

Nuestro torno constituye, en sus diversas formas y tamaños, una especie de máquina universal; pues no lo utiliza tan sólo el tornero propiamente dicho, sino que se emplea más ó menos en toda una serie de industrias; es indispen-

sable para el constructor de máquinas, como ya dijimos en el primer capítulo de este tomo; de él se valen el relojero, el hojalatero y otros trabajadores en metal, y lo encontramos asimismo en las fábricas de botones, en las de objetos de porcelana y en otras varias. En determinadas regiones, y en vista de la abundancia local de ciertos materiales, se han desarrollado ramas especiales de la tornería, como, por ejemplo, la del ámbar, en las ciudades prusianas y rusas del Báltico; la de la serpentina, en Zoeblitz (Sajonia); del mármol, en la región del Harz (Prusia); del azabache, en Whitby (Inglaterra), etc.

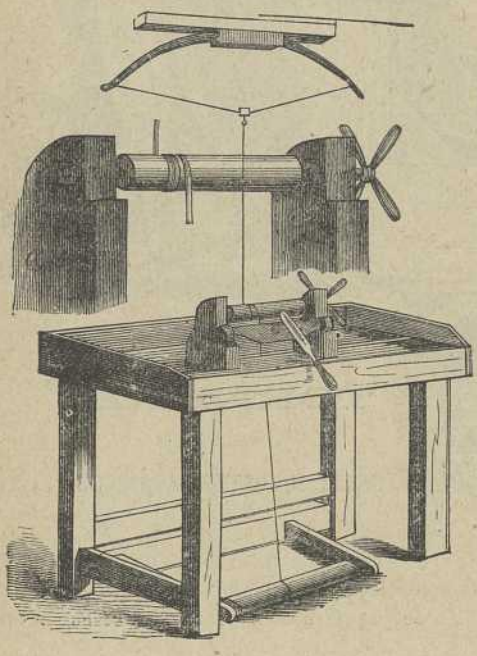


FIG. 548.—Torno de arco (la parte principal aumentada)

Los materiales que se elaboran en la tornería proceden de los tres reinos de la Naturaleza, si bien el reino vegetal es el que nos proporciona la mayor parte de ellos. Sin hablar de las muchas especies de maderas, mencionaremos la cáscara de la nuez de coco, que es un material muy bonito para trabajos finos, lo mismo que la nuez de Tagua ó de Corusco, ó sea la semilla endurecida del fruto de una palmera (*Phytelephas macrocarpa*), que alcanza el tamaño de un huevo de gallina y constituye el llamado marfil vegetal. El reino animal proporciona huesos, marfil, muelas de elefante, rinoceronte, etc., cuernos y astas, carey, coral y nácar, mientras que del reino mineral proceden el hermoso ámbar ó succino, que es una resina fósil; el azabache, que es una variedad negra y muy compacta de lignito; el alabastro, la esteatita, la serpentina, la sepiolita ó espuma de mar, y, por último, los metales, la mayor parte de los cuales se prestan á ser elaborados en el torno.

Del torno y trabajo del tornero.—Los tornos empleados en la elaboración de la madera y materias análogas son, generalmente hablando, máquinas mucho más sencillas y ligeras que los usados en la construcción de maquinaria, descritos en otra parte de este tomo. En algunas regiones poco civilizadas del globo se hallan todavía en uso máquinas tan toscas como el torno de los calmucos, reproducido en la fig. 2.ª (véase la pág. 9); y aún se encuentran en nuestro país, en Italia y en algunas comarcas europeas apartadas, el sencillo torno de arco representado en la fig. 548. La pieza, formada de primer intento que se trata de tornear, se sujeta entre las dos puntas de acero del aparato, sin

apretar demasiado el tornillo, á fin de no impedir la rotación de aquélla; el soporte de la punta de la izquierda está fijo al banco, mientras que el otro, provisto de tornillo, es susceptible de fijarse á diferentes distancias, según el largo de la pieza de trabajo. Por encima del torno se halla sujeto al techo del taller un arco de madera flexible ó de acero, con su cuerda correspondiente, y desde el punto medio de ésta baja otra cuerda, que se arrolla dos ó tres veces sobre la misma pieza de cuya elaboración se trata, y cuyo cabo inferior se ata á un pedal situado al pie del banco. Al pisar este pedal se hace tiro de la cuerda del

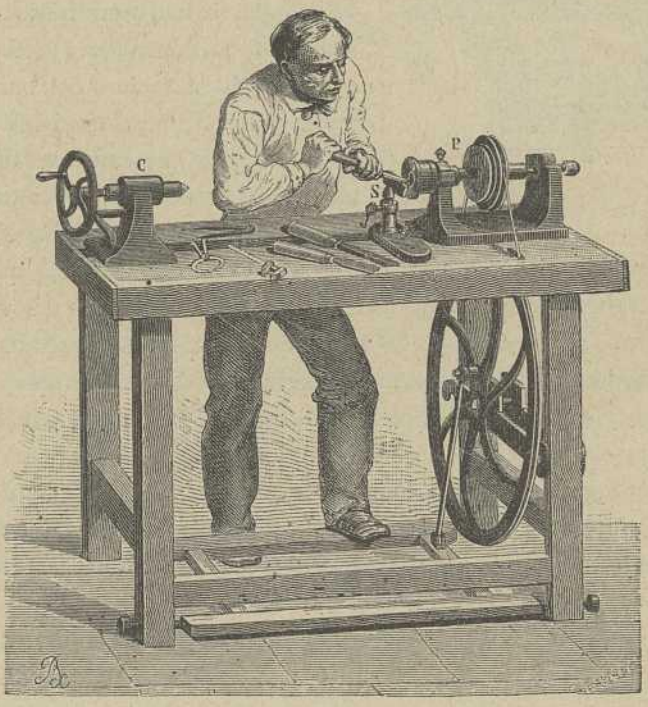


Fig. 549.—Torno de pedal y rueda.

arco, éste se atiranta, y al soltarse el pedal vuelve á enderezarse, en virtud de su elasticidad; al mismo tiempo la cuerda intermedia baja y sube, y, como es consiguiente, hace girar la pieza en torno de la cual está arrollada, y que da varias vueltas alrededor de su eje, alternativamente en un sentido ó en otro. Cuando se pisa el pedal, dicha pieza gira de modo que su parte superior se vuelve hacia el tornero, y éste es el momento propicio para aplicar la herramienta, pues al soltarse el pedal, la pieza gira en el sentido contrario, y no puede morder la herramienta. El trabajo, pues, no es continuo, sino que, al contrario, tiene que interrumpirse á cada momento, y esto constituye un gran inconveniente; además, semejante aparato no se presta bien á la elaboración de objetos huecos.

Por estas razones hace ya tiempo que el torno de arco ha caído en desuso, sustituyéndolo casi en todas partes el llamado de pedal y rueda, mediante el cual la rotación de la pieza es continua en una misma dirección, y el trabajo puede proceder sin interrumpirse. La fig. 549 representa un torno de este género, de construcción sencilla, siendo de madera su banco, de hierro fundido la rueda (volante), los soportes, la polea del mandril y el apoyo para la herramienta, y de hierro dulce las demás partes. Por medio de una varilla se halla el pedal unido excéntricamente á la rueda ó volante (situada debajo del banco), en torno de cuyo aro acanalado se aplica una cuerda sin fin, que, atravesando el tablero del banco, pasa sobre la polea *P*, cuyo eje horizontal, que es el del mandril, descansa en un soporte doble fijo. Desde éste hasta el extremo opuesto del banco se extiende una abertura estrecha en el tablero, sirviendo de guía al soporte *C*, que es movible, y puede fijarse á diferentes distancias del mandril. Por regla general, el aro del volante de semejante torno, así como la polea del mandril, están dispuestos en gradas ó estufas, de modo que la periferia mayor del primero corresponde á la menor de la segunda, y por consiguiente, con sólo mudar la cuerda, puede aumentarse ó disminuirse la velocidad del mandril. Tratándose de trabajos pesados, en los que el tornero no podría manejar á un mismo tiempo el pedal y la herramienta, se emplean tornos de construcción más sólida, movidos á vapor ó por agua, y cuyo mecanismo motor es análogo al de los tornos usados en la construcción de máquinas.

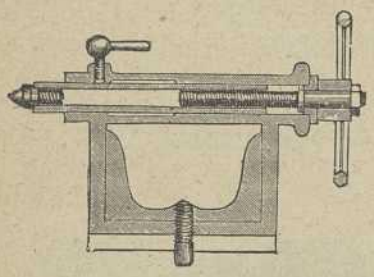


Fig. 550.—Soporte del torno.

Pasando ahora á considerar un poco más de cerca las diferentes partes del torno y los fines á que responden, observamos, en primer lugar, que el soporte propiamente dicho, ó sea la pieza *C* de la fig. 549, que reproducimos en sección en la 550, además de ser susceptible de traslación á lo largo del banco, tiene una punta, que puede avanzar ó retroceder dentro de ciertos límites bajo la acción de un tornillo de mano, y sujetarse en la posición deseada por medio de un tornillo vertical más pequeño. La pieza intermedia *G* (fig. 549), cuya sección se ve en la fig. 551, y sirve de apoyo á la herramienta que el tornero lleva en las manos al aplicarla contra el objeto que tornea, está construída de manera que su cabeza puede volverse, elevarse ó deprimirse, así como aproximarse ó alejarse, según lo exija el tamaño ó la forma del objeto que se trabaja.

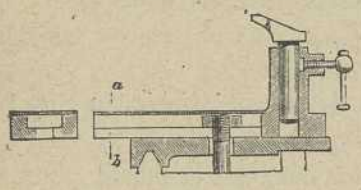


Fig. 551.—Apoyo para las herramientas.

La cabeza de mandril, ó sea el extremo libre del eje que lleva la polea *P* (fig. 549), y da frente el soporte *C*, está dispuesta para la recepción de diferentes piezas, necesarias en los diversos casos para sostener ó sujetar el objeto que se trata de tornear, y que se llaman mandriles ó mangotes. En efecto, dicha cabeza es hueca, y el hueco contiene una rosca de tornillo, por cuyo medio pueden atornillarse aquellos mandriles; en muchos tornos la cabeza en cuestión está también terrajada exteriormente, ó afecta una forma cuadrada ó hexagonal, á fin de poder llevar otras piezas mayores, como un disco ó molinete, por ejemplo.

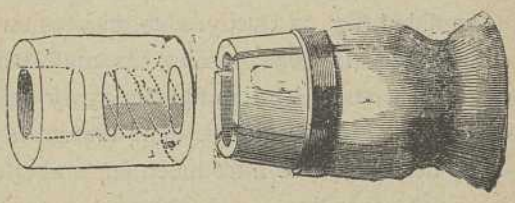


FIG. 552.—Mangote cónico.

Dados los diferentes usos á que es aplicable el torno, y el sin número de formas que con él pueden producirse, se comprende fácilmente que la operación de tornear no se verifica siempre de la misma manera. En primer lugar, se trabaja, según los casos, con ó sin ayuda del soporte móvil. Tratándose de objetos más ó menos esféricos, y en general de los que tienen escaso desarrollo en el sentido de la longitud, basta sujetarlos al mandril, prescindiendo por completo del soporte. Semejante modo de trabajar constituye la tornería libre, que se practica con frecuencia cuando no se requiere mucha exactitud, pero que se procura evitar tratándose de obras de precisión, porque con sólo el mandril es difícil centrar la pieza exactamente.

Los mandriles ó mangotes pueden ser de madera ó metal, y se construyen de diversos modos, en vista de la gran diversidad de forma de los objetos que se tornean. Algunos están provistos de quijadas de acero para sujetar las piezas; otros tienen forma de tenaza; en otros la sujeción se verifica por medio de tornillos, mientras que se dan mandriles provistos sólo de puntas, que se hacen penetrar en la pieza de madera objeto de la operación. Para tornear objetos planos, como platos de madera y cosas análogas, se emplea como mandril un simple disco de madera, sobre el cual se pega el objeto con un cemento. Empléanse también con frecuencia mandriles huecos de madera, ó sean mangotes propiamente dichos, en cuyo hueco se enchufan las piezas por tornear, después de mojar la superficie y frotarla con creta, á fin de aumentar su adherencia. Por el contrario, empléanse mandriles macizos de diversas formas para tornear exteriormente ob-

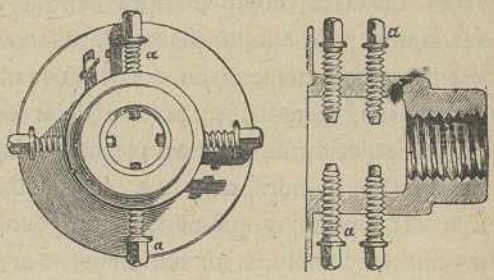


FIG. 553.—Mandril metálico.

jetos huecos, después de tornearlos interiormente, y en estos casos es el cuerpo del mandril el que viene á rellenar el hueco del objeto. Muchas piezas pueden acabarse del todo en una operación, separándose al fin de la parte sobrante del material sujeta por el mandril; pero también se dan casos en que un objeto tiene que tornearse libremente en ambos extremos, y entonces es preciso volverlo. Para estos casos, ó sea para sujetar las piezas por su extremo acabado, sin dañar la obra hecha, se tienen mangotes cónicos, hendidos hasta cierta profundidad (fig. 552), cuyos segmentos se abren en virtud de su elasticidad, para abrazar la pieza, y sobre las cuales se pasa un anillo de hierro para determinar la sujeción. Las figuras 553 y 554 representan dos mandriles metálicos, de los que también se tiene una gran variedad; en el primero, las piezas objeto del trabajo se introducen en la abertura central, sujetándose por medio de los ocho tornillos *a a*, dispuestos en cruz; el segundo tiene una boca hendida, cuyos tres segmentos se abren en virtud de su elasticidad, afirmándose en torno de la pieza de trabajo por medio de un ancho anillo que se atornilla sobre su parte exterior.

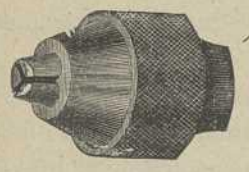


FIG. 554.—Mandril metálico.

Cuando la pieza que se trata de tornear es tan larga ó pesada que no se la puede sujetar convenientemente en un mandril, el tornero se vale del soporte para sostener un extremo de ellas. Pero se dan piezas que por su longitud y pesadez están demasiado expuestas á vibrar cuando se aplica contra ellas la herramienta, y en este caso, además de sostenerse en ambos extremos, reciben apoyo en un punto medio, mediante otro soporte móvil, provisto de una abrazadera ó abertura redonda; esta muñeca, como se llama, contiene á veces un disco, cuya abertura central es susceptible de estrecharse ó ensancharse, para admitir piezas de diferentes diámetros, y á veces sustituye al soporte propiamente dicho, corriéndose más cerca del extremo correspondiente de la pieza, cuando sea preciso dejar este extremo libre, á fin de tornearlo. Para la sujeción de muchas piezas de forma prolongada no se emplea en un extremo un mandril, sino que éste se sustituye por una punta de acero igual á la del soporte, y que penetra un poco, como ésta, en la masa de la pieza misma; en cambio, si los extremos de la pieza son puntiagudos, las dos puntas del torno se sustituyen por dos piececitas que ofrecen de una depresión. Es evidente que una pieza, sostenida tan sólo entre dos puntas, aunque dé vueltas con el torno cuando no se le opone resistencia, cesa de girar tan luego como muerde en su superficie la herramienta, y que, por consiguiente, es preciso establecer una unión entre la pieza y el eje de mandril del torno. Esto se consigue de diversas maneras, siendo una de las más usuales la representada en las figuras 555 y 556; á la cabeza de dicho eje se atornilla un disco, que lleva un tope (fig. 555 *a*), mientras que á la pieza misma que se trata de tornear se sujeta una

abrazadera como la que ofrecemos en la fig. 556, al girar el torno, el tope se apoya contra la abrazadera, obligando á la pieza á participar del movimiento.

Las herramientas cortantes que emplea el tornero son de acero, y su forma varía bastante, según el trabajo especial á que se destinan; además se diferencian más ó menos las empleadas para tornear la madera y otras materias relativamente blandas, de las destinadas á labrar los metales. Tratándose de madera, las herramientas no necesitan un temple tan duro como para el metal, y en la mayoría de los casos tienen una boca más ancha, ora para cortar más masa de una vez, ora para abreviar el trabajo labrando á un tiempo una porción más considerable de la superficie del objeto. El metal, en cambio, del que sólo pueden cortarse pequeñas porciones á un tiempo, reclama herramientas

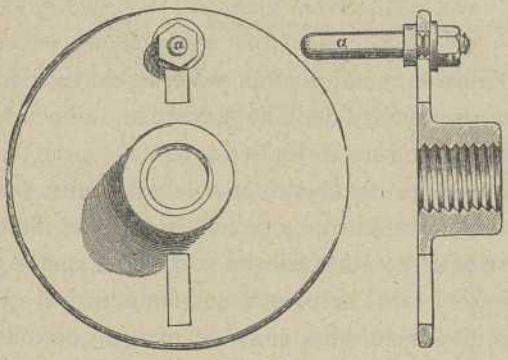


FIG. 555 —Disco del torno.



FIG. 556.—Abrazadera.

de boca más estrecha y en forma de buril. De esto se deduce que las herramientas destinadas á la madera no se pueden emplear para tornear el metal; pero que, por el contrario, las destinadas al metal pueden utilizarse ventajosamente para labrar las maderas más duras. En las figuras 557 y 558 sólo reproducimos las bocas de estas herramientas; tratándose de la tornería á mano, sus hojas, más ó menos largas, se engastan en mangos de madera para facilitar su manejo.

Para tornear de primer intento una pieza previamente formada en basto con la sierra ó la azuela, emplea el tornero hierros fuertes de desbastar, con bocas anchas de diversas formas, como las *a*, *b*, *c* y *d* de la fig. 557; mientras que para quitar las asperezas producidas por éstas, y, generalmente hablando, para acabar las obras, emplea hierros más finos, como *e* y *f;* éstos son bastante difíciles de manejar, pero con ellos puede un tornero hábil concluir los objetos tan perfectamente, que su superficie parece pulimentada. Para tornear interiormente los objetos huecos se emplean hierros de gancho, con la boca vuelta en ángulo recto, como *g* y *h*, ó bien vueltos en círculo, como *i* y *k*, amén de otras formas especiales que no reproducimos. En la tornería de los metales se usan

también herramientas vueltas en semicírculo (fig. 558, *m*, *n*), de diversos tamaños y con bocas de diferentes formas; en su parte curva están picadas como una escofina basta, para que no se escurran al apoyarse sobre el portaherramientas; y tratándose de objetos relativamente grandes, cuyo trabajo supone cierto esfuerzo, están provistos de un mango de madera bastante largo para que su extremo se apoye sobre el hombro del tornero. Éste emplea también buriles (fig. 558, *s*) como los del grabador, y otras herramientas finas análo-

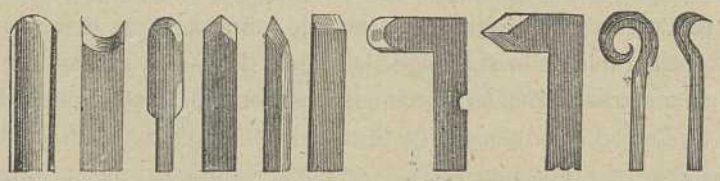


FIG. 557.—Herramientas para tornear la madera

gas, *q* y *r*, para diferentes trabajos en metal y otras materias duras; para formar roscas de tornillo tiene hierros de boca dentada *p*, y otros de boca lateral, también dentada, para cortar roscas de tuerca. La herramienta *p* sirve también, cuando no se la hace correr á lo largo del objeto, para labrar ranuras circulares; y además, para producir diferentes adornos se tienen diversas moletas, ó sean hierros provistos en su extremo de una ruedecita cortante, *t*, que se apoya sobre el objeto. Por último, como el torno se presta también á la operación de taladrar, el tornero tiene á su disposición barrenas de diversas formas, que aplica contra la pieza que gira en la máquina, ó que, por el contrario, sujeta en un mandril, aplicando entonces la pieza suelta contra ellas.

Pero por muy hábil que sea un tornero, no puede menos de conceder que, en cuanto á seguridad y exactitud, la máquina es muy superior á su propia

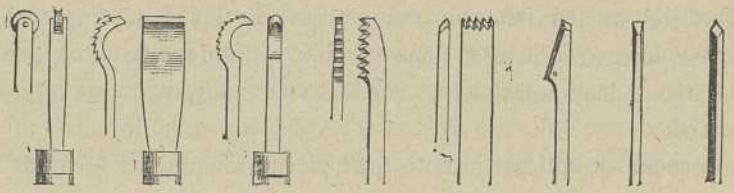


FIG. 558.—Herramientas para tornear los metales.

mano. Con las herramientas que acabamos de describir y la pieza antes referida que les sirve de apoyo, es imposible tornear en metal un cilindro, un cono, una esfera ó una plancha con la perfección que resulta por la vía mecánica, por grande que sea la destreza del operario y por más cuidado que ponga en aplicar á cada momento la regla y el compás. Por esto los tornos que se destinen á elaborar objetos metálicos están generalmente provistos de un portaherramientas, que libra al tornero del trabajo de guiar el instrumento cortante.

En dicho portaherramientas se atornilla firmemente el instrumento, en la posición adecuada para que labre como corresponde la pieza que se trata de tornear, y el tornero tiene, á lo sumo, que cuidar de la traslación del portaherramientas á lo largo de la pieza; con los tornos mecánicos propiamente dichos, no necesita siquiera prestar este sencillo trabajo, pues, como ya explicamos en el primer capítulo de este tomo, el torno mismo se encarga de dicha traslación.

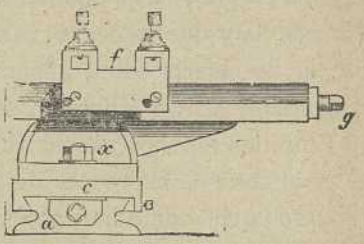


FIG. 559.
Portaherramientas, vista anterior.

El portaherramientas se compone siempre de tres partes, por lo menos, á saber: dos carros sobrepuestos uno á otro en ángulo recto, de los que el superior puede aproximarse más ó menos á la pieza que se trata de tornear, mientras que el inferior puede trasladarse paralelamente á lo largo de la misma; y el portaherramientas propiamente dicho, que se halla fijo al carro superior. Las figuras 559 á 561 dan idea de la construcción de un portaherramientas destinado á un torno de mano: *a* es la plancha fundamental que se sujeta al banco del torno; sobre ella se desliza el carro *c*, por medio del tornillo *b*, cuando se da vueltas á la manezuela *d;* sobre dicho carro está sujeta, por medio del tornillo *x*, la pieza *e* (fig. 560 = *A* en la 559), que sirve de base y guía al carro superior *f*, que se mueve á impulso del tornillo *g;* la fig. 561 muestra cómo se atornilla al carro superior la herramienta cortante.

Si, por ejemplo, se trata de tornear un cilindro, el carro inferior se traslada paralelamente al mismo hasta que la punta de la herramienta se encuentra enfrente de uno de los extremos de la pieza de trabajo; en seguida, y dando vueltas al tornillo *g* (á cuyo efecto sirve la misma manezuela *d*, que es de quita y pón), el carro superior se adelanta hasta que la punta de la herramienta esté en contacto con dicha pieza; si entonces se pone el torno en movimiento, y al mismo tiempo, y haciendo volver muy despacio al tornillo *b*, se va trasladando el carro *c* á lo largo de la pieza, es evidente que ésta resultará torneada uniformemente en toda su longitud. Claro está que si la superficie es muy desigual, habrá que repetir la operación varias veces, aproximando de nuevo á la pieza, cada vez, la punta de la herramienta. Para tornear piezas planas, allanando su superficie, ó, en general, para tornear de cabeza

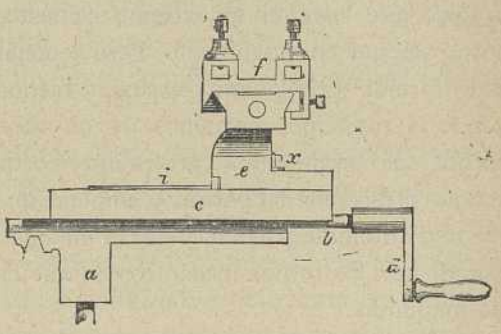


FIG. 560.—Portaherramientas, vista lateral.

las piezas sujetas en un mandril, hay que cambiar la posición del portaherramientas, de modo que el carro inferior se coloque á través del banco del torno, y el superior se mueva paralelamente á éste. En tal caso, cambian de papel los tornillos *b* y *g*, empleándose el superior en trasladar la herramienta por delante de la pieza; mientras que el inferior sirve para aproximar la punta á ella. Lo propio sucede cuando se trata de tornear superficies cónicas; pero en este caso hay que colocar el carro superior más ó menos oblicuamente al inferior, á cuyo efecto basta aflojar el tornillo *x*, dar á la pieza *e* el giro que corresponde, y volver á apretar, sujetando dicha pieza en la posición deseada.

Entre los muchos usos á que se aplica el torno, uno de los más importantes es el corte de las roscas de tornillo, trabajo que puede verificarse á mano, y para el que, como indicamos más arriba, se dan herramientas especiales (fig. 558, *o*, *p*). Pero la formación de semejantes roscas á mano supone mucha habilidad, y aun así, no siempre resultan bien hechas; razón por la cual los torneros prefieren valerse de medios mecánicos. Uno de los que dan resultados más satisfactorios consiste en fijar la herramienta que ha de cortar la rosca, y hacer avanzar la pieza que ha de recibirla á medida que va girando. Este movimiento de traslación se consigue por medio de un patrón, unido al eje de mandril, y que no es otra cosa que un trozo corto de tornillo, cuya rosca se aplica contra un segmento de tuerca; se afianza al extremo posterior de dicho eje, mientras que el segmento de tuerca se sujeta al soporte del mismo; de modo que dicho eje, y por consiguiente la pieza de trabajo que lleva en el extremo opuesto, avanzan lentamente en cuanto el torno se pone en movimiento. Pero semejante procedimiento no sirve más que para formar tornillos muy cortos, á menos que se mude la herramienta, cortando la rosca por pequeños trozos sucesivos, pues la construcción de los tornos sólo permite una carrera muy corta al eje de mandril. Por esto es preferible prescindir del patrón y emplear un portaherramientas que pueda trasladarse automáticamente, y en la medida deseada, á lo largo del banco, cual sucede con los tornos mecánicos de que hablamos al tratar de la construcción de máquinas.

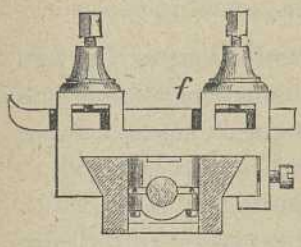


FIG. 561.—Portaherramientas, sección aumentada.

Para tornear muchos objetos es necesario proceder excéntricamente, á cuyo efecto se emplea de ordinario el llamado mandril excéntrico, que consiste en un disco metálico, que se atornilla á la cabeza del eje de mandril, y está provisto de una pieza corrediza, susceptible de fijarse por medio de un tornillo, y destinada á sujetar el objeto que se trata de tornear. Cuando dicha pieza corrediza se fija en el centro del disco, el objeto gira céntricamente, cual si estuviera sujeto en un mandril ordinario; pero si la pieza se fija más ó menos fuera

del centro, el objeto describe círculos excéntricos y puede tornearse como corresponde. De este modo, y variando la posición del objeto, se pueden producir en él diversos adornos. Otro mecanismo análogo es el llamado mandril de óvalos, que también puede aplicarse á cualquier torno de construcción moderna, y que cabe considerar como un mandril excéntrico automático. Durante cada revolución del torno, la pieza corrediza de este mandril, que lleva el objeto que se trata de labrar, rocorre un espacio mayor ó menor, que puede limitarse á voluntad, pasando cada vez por el centro del disco; y el resultado de este movimiento de vaivén es una elipse. Este mecanismo se emplea mucho en la fabricación de marcos ovalados y objetos análogos.

En la fabricación en masa de ciertos objetos sencillos se emplean tornos movidos hidráulicamente, que giran á razón de 2.000 á 2.500 revoluciones por minuto. Hay también tornos especiales y completamente automáticos para construir cajitas cilíndricas de madera, que trabajan con gran perfección y suma rapidez; con ellos se reduce el trabajo manual á introducir, una tras otra, las correspondientes varillas redondas; la cabeza del eje, provista de pequeños cuchillos y una barrena, tornea y vacía, en un abrir y cerrar de ojos, la parte de la varilla correspondiente á una cajita; seguidamente entra en acción una pequeña sierra circular, cortando la varilla á través; la cajita formada cae, y la varilla avanza, para ser labrada de nuevo.

FABRICACIÓN DE BOTONES

La formación de los botones de madera, marfil vegetal, nácar, cuerno, etc., ofrece un ejemplo muy instructivo de la aplicación del torno, y no podemos menos de dedicar á semejante industria algunas consideraciones; tanto más, cuanto que los botones constituyen una parte importante de nuestras prendas de vestir.

La fabricación de botones ha sufrido desde su origen muchas modificaciones, tanto respecto de los materiales empleados en ella, como en sus procedimientos. Entre los botones más antiguos se cuentan los de estaño fundido con oreja, que se hicieron, primero de dos partes ó platillos cóncavos, soldados por sus bordes. Los ingleses *Maundrell* y *Williams* obtuvieron en 1683 un privilegio para la fabricación exclusiva de botones huecos de estaño; pero existen dudas acerca de si fueron ellos los primeros inventores de dicho artículo. El moldeado de semejantes botones se verifica en moldes de latón ó de hierro. Más adelante se inició en Birmingham la fundición de botones de metal duro en moldes de arena, empleando al efecto un latón que contenía mucho cinc, pero variando la proporción de este metal de modo á producir botones amarillos y blancos. Esta fabricación se introdujo en Austria hacia el año 1780. Los

botones hechos de plancha ó chapa metálica (cobre, latón, etc.) se pusieron de moda hacia mediados del siglo pasado, desde cuya época su fabricación ha sufrido muchos cambios. Tanto ésta como la de otras clases de botones metálicos, se hallan actualmente muy desarrolladas en París, donde se han multiplicado y perfeccionado de un modo notable las máquinas especiales, dedicándose los fabricantes exclusivamente á la producción en masa de botones de ador-

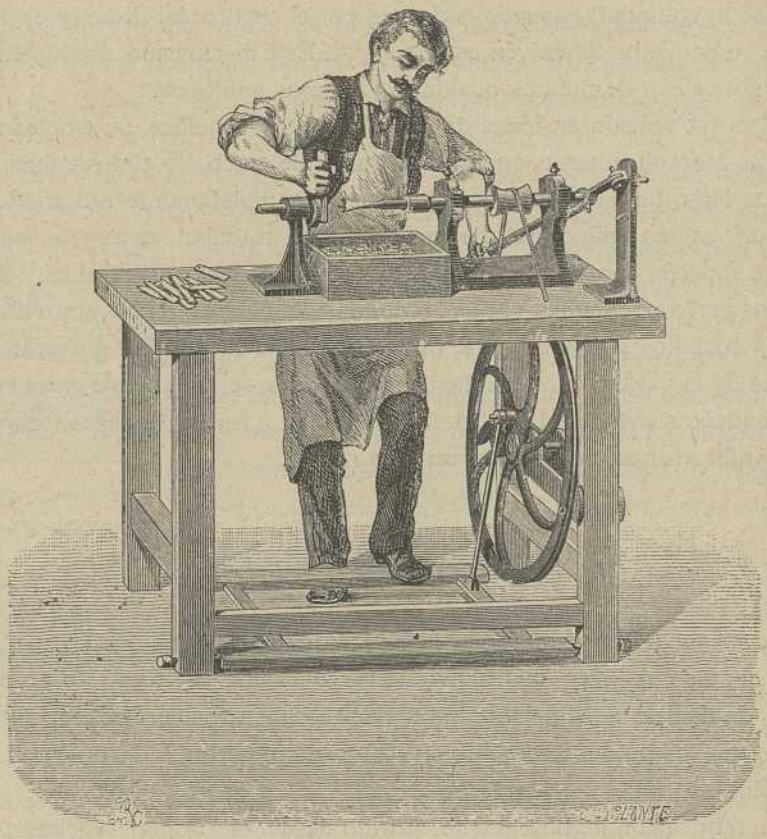


FIG. 562.—Torno para botones.

no, que se fabrican también hoy en grande en Elberfeld (Prusia) y en Viena, mientras que los botones ordinarios de metal se producen principalmente en diferentes centros industriales de Inglaterra y Alemania. En los últimos tiempos se ha desarrollado extraordinariamente la fabricación de botones de nuez de Tagua y *Corozzo* ó marfil vegetal, especialmente en Sajonia, Bohemia y el departamento de Oise (Francia), y constituye otra rama importante de la industria botonera la fabricación de botones de porcelana, que describimos en el tomo IV de esta obra.

En este sitio lo que nos interesa más particularmente son los botones de madera, hueso, marfil, cuerno y materias análogas, porque son productos de

la tornería. Los de madera, hueso, marfil animal ó vegetal y nácar, se forman generalmente dividiendo primero dichos materiales en tiras delgadas y estrechas, por medio de una sierra circular, y luego sacando pequeños discos

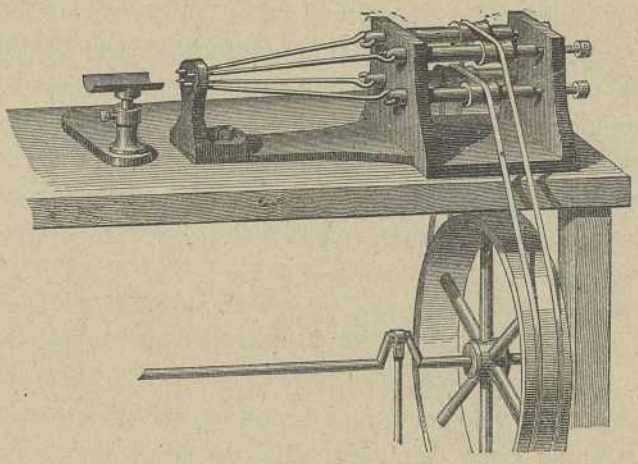


Fig. 563.—Máquina de taladrar botones.

en el torno, mediante una barrena de punto, de la manera que indica la figura 562; con la mano derecha sostiene el tornero la tirita de madera, hueso, etc., apoyándola contra el soporte del torno, mientras que con la izquierda, y por medio de una palanca, hace avanzar la barrena sujeta al eje de la máquina, pisando al mismo tiempo el pedal para producir la rotación del instrumento.

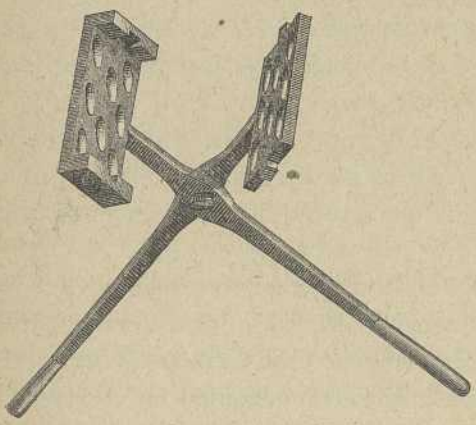


Fig. 564.—Molde para formar botones de cuerno.

Según la forma de la boca de la barrena, se obtienen discos sencillos, ó más ó menos adornados con círculos concéntricos ó molduras, pero con sólo un agujerito en el centro; la formación de los demás agujeros necesarios para coser los botones á las telas se verifica en una maquinita de taladrar, de construcción especial (fig. 563), que abre tres ó cuatro agujeros á un tiempo. Por último, los botones se pulimentan, operación que también se verifica en un torno, colocándolos uno por uno en un pequeño mangote de madera sujeta al eje, haciéndolos girar rápidamente, y oprimiendo contra su cara un trapito untado con jabón y creta.

La fabricación de los botones de cuerno se verifica de un modo algo distinto, por cuanto que los discos de esta materia, formados en el torno y luego agujereados en la maquinita de taladrar, se ablandan en agua caliente y se someten á una presión en moldes metálicos (fig. 564), para prestarles una forma más ó menos cóncava ó convexa, y al mismo tiempo diversos adornos.

La celuloide, esa composición de nitrocelulosa y alcanfor de que hablamos en el capítulo precedente, se emplea hoy mucho en la fabricación de botones, ora moldeándola, ora labrándola en el torno; con ella, y añadiéndole ciertas materias colorantes, se obtienen botones que parecen hechos de carey, coral, ámbar y otras sustancias, que por su valor quedan excluídos de la fabricación de que tratamos, salvo en casos excepcionales.

FABRICACIÓN DE JUGUETES DE MADERA

Esta industria se vale del torno en casos en que no se sospecharía siquiera su empleo. Con un disco de madera se forma primero en dicha máquina un anillo macizo, que se tornea luego con arreglo á un patrón, labrando en sus diversas caras una serie de molduras desiguales; después se divide este anillo radialmente en un número mayor ó menor de trozos, por medio de la sierra, y sólo entonces se puede notar que cada sección presenta el contorno de algún animal, figura humana ú objeto por el estilo. Si nuestros lectores se fijan en las figuras 566 y 567 adjuntas, que representan partes de semejantes anillos torneados, observarán que la sección de la primera forma un caballo de perfil, la de la segunda un hombre con casaca y sombrero, y la de la tercera un brazo de este último, y comprenderán fácilmente que cada corte de sierra separa de los anillos en cuestión un caballito ó un hombrecillo de madera, y que el procedimiento se presta á maravilla para obtener en muy corto tiempo, y de la manera más sencilla, gran número de figuritas iguales, las que después de aserradas, se tallan con el cuchillo, redondeándolas y prestándolas un aspecto más natural; hecho lo cual, nadie diría que el torno hubiera intervenido en su formación.

En rigor, podríamos contentarnos con este ejemplo tan instructivo del arte de la tornería; pero no podemos prescindir de dedicar aquí algunos párrafos á la fabricación de juguetes de madera en general. Esta industria es esencialmente una de las llamadas selváticas, habiendo adquirido en Alemania un desarrollo que no tiene semejante en otro país alguno. Miles de gentes pobres y frugales, habitantes de comarcas poco favorecidas por la Naturaleza, salvo su abundancia de madera, buscan en aquélla sus medios de subsistencia, y los productos de su diligencia constituyen en conjunto un importante artículo de comercio, pues los juguetes alemanes se distribuyen por todas las partes del

globo, para mayor regocijo de los corazones infantiles. ¿Quién podría nombrar siquiera ese sinnúmero de objetos, más ó menos bonitos é ingeniosos, destinados al recreo de los niños, que se encuentran por doquier á precios baratísimos? Sólo puede formarse una idea adecuada de su variedad hojeando uno de los catálogos ilustrados de los fabricantes de Turingia, que ofrecen á veces más de tres mil muestras diferentes. En los puertos más lejanos de China y Japón tropieza el viajero con juguetes de Turingia, Sajonia ó Baviera; y si pasa á California ó Nueva York, á Australia, al Cabo de Buena Esperanza ó á Madagascar, siempre encontrará esos productos de la industria alemana. Cuando en 1858 la Comisión científica austriaca visitó, en el buque *Novara*, la islas Nicobares, en el Océano Índico, halló en manos de los indígenas juguetes alemanes, algunos de los cuales se habían elevado á la categoría de ídolos ó dioses domésticos.

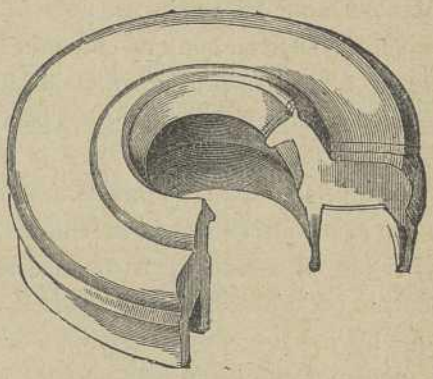
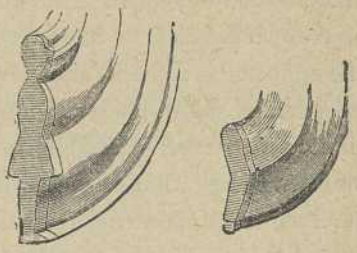


FIG. 565.—Torneado de juguetes (caballos).

En Turingia, las ciudades de Sonneberg y Neustadt son los principales centros de la fabricación de juguetes de madera, que se practica en otras muchas poblaciones dentro de un radio de cinco leguas; es enteramente una industria casera, basada en la división sistemática del trabajo, pues cada persona se dedica exclusivamente á una misma labor. En la parte sajona de las montañas del Erz se ocupan también miles de personas en la producción de juguetes; y lo propio sucede en los distritos de Ammergau y Berchtesgaden (Baviera), en el valle del Groeden en el Tirol, en la Selva Negra (Baden) y también en los Montes Gigantes.



FIGURAS 566 y 567.
Torneado de juguetes (figuritas articuladas).

En la ciudad de Sonneberg (Turingia), la industria en cuestión cuenta ya más de 600 años de existencia; pues, según una crónica, se introdujo allí el año 1270 por unos comerciantes de Nurenberg. Los niños tuvieron siempre los mismos gustos, y los datos que tenemos acerca de la infancia en el antiguo Egipto, en Grecia y Roma, demuestran que ciertos juegos y juguetes típicos de nuestros niños se hallaban entonces en boga; no siendo extraño, por consiguiente, verlos reproducidos en ciertas miniaturas del siglo XVI, que aún se conservan. Paseando, pues, por las estrechas poblaciones de los alrededores, así como de villas más lejanas, cual Schalkau, Rauenstein, Stei-

nach, etc., se observa casi en cada casa una pequeña fábrica de juguetes de madera. Durante la mayor parte del año, miles de familias, que representan en conjunto más de 30.000 operarios, se dedican á dicha industria, trabajando, por regla general, cada una por sí; sólo por excepcion se encuentran establecimientos donde se reune para trabajar un número mayor de operarios. Acostumbradas aquellas gentes cada una á un trabajo especial, no es de extrañar la rapidez y destreza con que elaboran los diferentes juguetes ó partes de ellos; hasta los niños dan prueba, en estas labores, de una habilidad extraordinaria, que parecen haber heredado de sus padres.

Durante los primeros siglos de la industria de Sonneberg, el único material que se elaboraba era la madera, siendo innumerables los diversos juguetes que con este material se han inventado. Uno de los más antiguos es el Arca de Noé, según refieren los registros más remotos de Nurenberg, y contenía antiguamente nada menos de 102 figuritas de personas y animales. Pero por grande que haya sido y sea la inventiva desplegada en la variedad de formas de semejantes objetos, eran más maravillosos aún los precios tan ínfimos por que se fabricaban. Una familia compuesta de cinco personas consumía anualmente unos cuatro metros cúbicos de madera de abeto, conviriténdolos en juguetes, que le producían tan sólo de 375 á 500 pesetas. Un hombre con su familia producía en una semana cien docenas, ó sean 1.200 trompetas de madera, recibiendo tan sólo de seis á siete pesetas en pago de su trabajo. Pero hace bastante tiempo que el valor de la madera en Turingia ha subido tanto, que los fabricantes de juguetes de dicha materia apenas pueden competir con los de Sajonia; en la ciudad misma de Sonneberg se ha dejado por completo el empleo de dicho material, adoptando en cambio otro, como veremos luego, y sólo en algunas poblaciones vecinas se siguen fabricando ciertos juguetes de madera, como pequeños teatros, casitas, establos, tiendas, violines, etc. Estos objetos se llevan á la ciudad referida, donde se pintan y decoran, y luego se entregan á los comerciantes de juguetes, que rigen la naturaleza y cantidad de los pedidos según los encargos que reciben de fuera. Por ejemplo, el comerciante que recibe de Inglaterra el encargo de cinco gruesas de habitaciones para muñecas, manda construir en Forschengereuth el casco, digámoslo así, de ellas; hace fabricar en Hammern los mueblecitos correspondientes, y en Steinach las muñecas desnudas; luego se empapelan las habitaciones, se pintan y barnizan los muebles, y se visten las muñecas en Sonneberg, de modo que cada objeto va pasando por diferentes manos hasta que se concluye.

Desde principios de este siglo, la mayor parte de la población industrial del distrito de Sonneberg se ocupa en la fabricación de juguetes de pasta de papel *(papel majado);* y de la variedad de objetos que se produce con este material, solo ó en combinación con la madera, podrán formarse idea los lectores sabiendo que los libros muestrarios de algunos comerciantes de Sonneberg con-

tienen hasta 40.000 números, representando juguetes de todas las clases y formas imaginables. Pero respecto de esta rama especial de la industria remitimos á nuestros lectores á un capítulo posterior del presente tomo.

En los montes de Sajonia, la fabricación de juguetes de madera constituye también una industria casera, dedicándose la población de cada pueblo ó aldea á producir un artículo especial. La ocupación de esas pobres gentes es bien poco lucrativa, puesto que una familia compuesta de padre, madre é hijo, logra á duras penas ganarse dos pesetas diarias. En Baviera son célebres, desde el siglo XIII, los pequeños centros de Oberammergau y Berchtesgaden especialmente por sus obras de talla fina. En el valle de Berchtesgaden se dedican á esta industria unas 2.000 personas, ganándose anualmente cerca de 200.000 pesetas. Todos los años consumen, por término medio, en sus trabajos de talla, setecientos troncos de diversas especies de abeto y pino, arce, enebro, tejo, tilo, nogal, manzano y peral, que pueden obtener en aquellos montes á precios bastante módicos. Pero también los que se dedican á fabricar juguetes tienen que contentarse con una retribución ínfima: por ejemplo, los comerciantes no dan más de siete y medio céntimos de peseta por cada docena de jaulitas para grillos, de 5 centímetros de alto por 4 de ancho, de modo que un hombre tiene que producir catorce docenas diarias para ganarse una peseta; trabajadores hay que hacen en un día veinticinco docenas de pequeñas cunas para muñecas, pero sólo reciben 94 céntimos de peseta, ó sean menos de cuatro céntimos por docena. Tenemos en España pordioseros que se ganan el doble sin trabajar.

FABRICACIÓN DE ABANICOS

Una rama importante de la tornería, que ha alcanzado en Francia, y más especialmente en París, un desarrollo y una perfección notables, es la que nuestros vecinos llaman *tabletterie*, y comprende la producción de ese sinnúmero de objetos de marfil, metal, maderas finas, cuerno, carey, nácar, etc., que, sin ser precisamente necesarios, se han ido elevando á la categoría de menesteres, sobre todo desde que se ha extendido y abaratado su fabricación. Los abanicos, bastones, paraguas, petacas, pipas, cajitas para cerillas y multitud de artículos diversos más ó menos útiles, se hallan comprendidos en el campo de la tabletería; y dada la diversidad de semejantes objetos y de los materiales de que se componen, dicha industria se vale de numerosos modos de elaboración, utilizando los servicios del tornero, ebanista, tallista, escultor, pintor, grabador, amolador, fundidor y otros artífices. Por regla general, la tabletería constituye una industria casera, siendo pocos los establecimientos que merecen llamarse fábricas; algunos de los operarios más hábiles, especialmente los

que están dotados de inventiva y ejecutan trabajos originales, trabajan por cuenta propia, vendiendo sus productos directamente á las grandes casas de exportación. En Francia se producen al año artículos de tabletería por valor de unos 50 millones de francos, de los que 18 corresponden á París; la mayor parte de los géneros se exporta á América, Inglaterra, Rusia, España y Alemania.

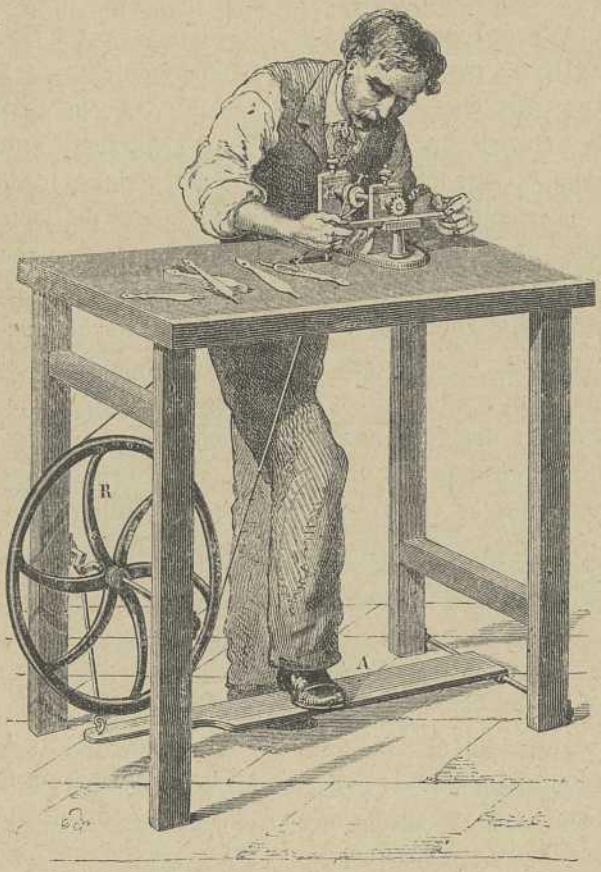


FIG. 568.—Máquina de fresar para la fabricación de abanicos.

Entre las diversas ramas de la tabletería, ofrece mucho interés para los españoles la fabricación de los abanicos, que solemos mirar con cierto orgullo como una industria nacional. Pero no debemos hacernos ilusiones sobre este particular, pues si bien se calcula en un millón de pesetas el valor de los abanicos producidos anualmente en Valencia, centro de la fabricación española, hace ya veinte años que Francia producía abanicos por diez millones de francos al año, y desde entonces este valor ha ido creciendo, dominando hoy el mercado abaniquero parisiense todo el mundo civilizado. En España se introducen y venden actualmente muchos abanicos franceses, y de algunos años á

esta parte nuestro mercado, lo mismo que los demás europeos, se ve invadido por los abanicos japoneses, que compiten ventajosamente en solidez y baratura con los nuestros.

La fabricación de abanicos en Francia se halla concentrada principalmente en Sainte-Géneviève y algunas poblaciones vecinas del departamento del Oise, donde proporciona una ocupación lucrativa á unos 5.000 operarios de ambos sexos. Los materiales empleados para las varillas son las maderas de ébano, caoba, palo rosa, palosanto y sándalo, que cuestan á razón de unos 600 francos por quintal métrico, y además, el marfil, el nácar y el hueso. Estos materiales se asierran en tablitas delgadas, de las que se cortan las varillas, con la ayuda de patrones metálicos. Tratándose de abanicos ordinarios, no queda más que repasar y pulimentar estas varillas; pero las destinadas á abanicos de calidad superior se adornan de diversos modos, empleando al efecto un torno ligero (fig. 568), en cuyo eje se sujeta una pequeña sierra circular, una fresa, una barrena ú otra herramienta, según las exigencias del trabajo.

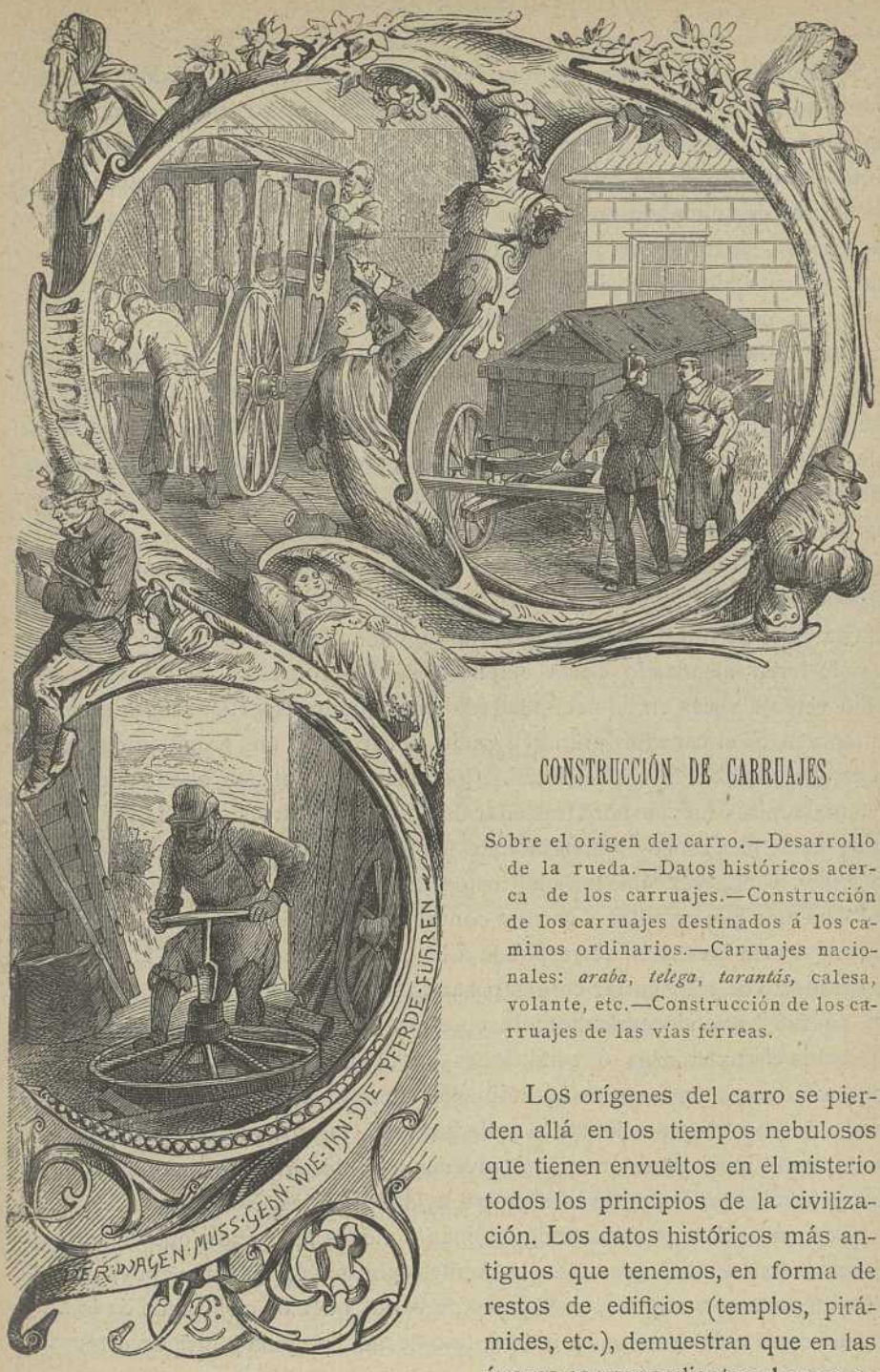


FIG 569.
Adornos de las varillas.

Por medio de barrenas finas se producen sencillos dibujos formados por series de agujeritos, taladrando cierto número de varillas á un tiempo; con la fresa se forman dibujos en la superficie de las varillas, como los reproducidos en la fig. 569; mediante la sierra de cinta se dan diversas formas curvilíneas á los bordes de las varillas, y con una fina sierra circular se practica todo género de adornos calados, que no se limitan á simples agujeros.

Otro procedimiento de adorno consiste en engastar diminutas laminitas de metal, á cuyo efecto se labran en el torno las pequeñas depresiones correspondientes de la varilla, se introduce en ellas un poquito de cera, y se aplican las laminitas cogiéndolas, si son de acero, con una varilla de acero imantado, y si son de otro metal, con un palillo mojado en agua. Por último, otras varillas se graban ó tallan artísticamente.

Tales son los trabajos que se ejecutan en el distrito de Sainte-Géneviève, pues todas las varillas que se producen allí se envían á París, donde se montan para formar el pie del abanico y donde se colocan los países que, como saben nuestros lectores, consisten en papel, piel, seda y otras telas, y se pintan ó adornan de diversas maneras.



CONSTRUCCIÓN DE CARRUAJES

Sobre el origen del carro.—Desarrollo de la rueda.—Datos históricos acerca de los carruajes.—Construcción de los carruajes destinados á los caminos ordinarios.—Carruajes nacionales: *araba*, *telega*, *tarantás*, calesa, volante, etc.—Construcción de los carruajes de las vías férreas.

Los orígenes del carro se pierden allá en los tiempos nebulosos que tienen envueltos en el misterio todos los principios de la civilización. Los datos históricos más antiguos que tenemos, en forma de restos de edificios (templos, pirámides, etc.), demuestran que en las épocas correspondientes el carro se hallaba ya en uso; y de la antigüedad de semejante artefacto dan prueba también la primitiva nomenclatura de las constelaciones y las representaciones simbólicas de las mismas. Los antiguos egipcios designaban con el nombre

de "Carro„ la constelación que hoy se llama generalmente "Osa Mayor„, y lo propio hacían los primitivos pueblos germanos. En sus cómputos cronológicos representaban los antiguos mejicanos su ciclo de cincuenta y dos años en forma de una rueda de cuatro rayos entrelazados por una serpiente, y entre las figuras de su círculo zodiacal se encontraba un carro de dos ruedas, tirado por bueyes, como símbolo de cosechas abundantes. Los relieves decorativos aún existentes de antiquísimos templos asirios, persas y egipcios ostentan con frecuencia carros de diversas formas.

Pero al lado de estos artefactos con ruedas, se halla también representado un carruaje mucho más sencillo, ó sea una narria de construcción primitiva, que, con alguna modificación en su forma, se empleaba todavía á mediados de nuestro siglo en muchas aldeas de Sajonia para transportar pequeñas cargas, aun cuando no había nieve en los caminos, y aún se encuentra en uso en algunas regiones montañosas y apartadas de Europa.

A medida que el hombre prehistórico se fué haciendo superior á la vida puramente instintiva y animal, semejante sin duda á la de ciertos pueblos semisalvajes de nuestros tiempos, como algunos africanos y de la Polinesia; y cuando hubo alcanzado cierta etapa en la vía progresiva de la civilización, debió verse á veces en la necesidad de tener que transportar cargas mayores ó menores. Si el cazador primitivo pudo llevar sobre sus propios hombros la pieza que mataba, la vida errante de los pastores nómadas que le sucedieron reclamaba otras fuerzas para trasladar de un punto á otro las tiendas y enseres domésticos; hiciéronse imprescindibles los servicios del camello, del caballo y del buey, y una vez amaestrados estos animales como bestias de carga, no quedaba más que inventar el carro y convertirlos en animales de tiro. Es ocioso discutir si esta invención corresponde á los pueblos nómadas, ó si la necesidad de un medio de transportar cargas pesadas sólo se hizo sentir cuando el hombre se fué haciendo agricultor; la cuestión se relaciona necesariamente con diferentes circunstancias ó condiciones de tiempo y lugar, y tantas razones podrían aducirse en favor de los nómadas como inventores del carro, como en apoyo de pueblos ya sedentarios y dedicados á la agricultura. Además, es de todo punto inverosímil que dicha invención se hiciera sólo una vez y en un país determinado, siendo lo más probable, dados los escasos medios de comunicación entre los pueblos antiguos más ó menos apartados, que el carro se inventara independientemente en diferentes épocas y parajes. En apoyo de esta opinión podemos citar las tradiciones de varios pueblos civilizados de la antigüedad, que atribuyen cada una á uno de sus propios príncipes ó reyes la invención del carro.

Muchos suponen que la sencilla narria de que hablamos más arriba fué el primer carruaje, y que el empleo de trozos de tronco de árbol ó rodillos sueltos que se colocaran á veces sobre el terreno, debajo de la misma, para facilitar su

avance, condujo casualmente á la construcción del carro propiamente dicho, en su forma más primitiva. Abonan esta suposición ciertas pinturas murales en los antiguos templos egipcios, que revelan cómo sus constructores transportaban desde las canteras las enormes moles de piedra que empleaban en semejantes obras. Nuestra fig. 570 reproduce una de dichas pinturas, que representa el transporte, mediante una simple narria tirada por gran número de hombres, de una estatua de piedra de unos siete metros de alto; los hombres que hacen tiro de las cuerdas están distribuídos en cuatro filas, que aparecen sobrepuestas en la figura porque los egipcios no entendían de perspectiva; sobre la narria, al pie de la estatua, se ve un hombre vertiendo agua, sin duda para que los maderos no se calentaran demasiado por el rozamiento; mientras que sobre las rodillas de la figura colosal objeto del transporte, se halla un capataz dirigiendo la operación. De esta manera, y mediante las fuerzas combinadas de miles de hombres, transportaban los egipcios masas de piedra de peso y dimensiones enormes. Un obelisco de 297 toneladas de peso, que se levantó delante del templo de Karnak, tuvo que traerse desde una cantera situada á 210 kilómetros de distancia; en los templos de Latona y Buto se ven monolitos que pesan seguramente unos 50.000 quintales métricos y que debieron trasladarse á los sitios de construcción del modo ilustrado que se indica en nuestra figura; y según refiere Herodoto, las enormes piedras que se emplearon en la construcción de las pirámides se trajeron desde canteras situadas en los montes al sudeste del Cairo, es decir, al otro lado del Nilo, teniendo que atravesar este río á flote y luego transportarse, por caminos preparados al efecto, á distancias de 15 á 20 kilómetros.

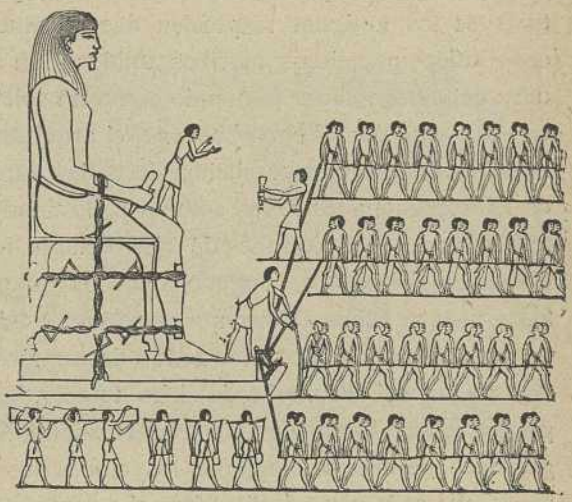


Fig. 570.—Narria egipcia.

Pero aunque no cabe duda alguna acerca del empleo de la narria en semejantes transportes, es el hecho que en aquellos tiempos era bastante común el uso del carro; y si éste no se utilizaba para trasladar las enormes piedras de que hablamos, fué sin duda porque los egipcios no supieron construirlo de un modo bastante sólido y resistente. De todos modos, es evidente que los dos artefactos han existido uno al lado de otro desde tiempo inmemorial; y aun cuando es posible que en alguna parte del globo la construcción

del carro se originara en el empleo de rodillos sueltos con la narria, hay motivos para sospechar que el carro también pudo traer su origen de su parte esencial y característica, ó sea la rueda; los nombres que designan ésta en los idiomas indo-germanos (*rota*, *rueda*, *roue*, *rad*, etc.) están íntimamente relacionados con el sanscrito *ratha*, que también significa "carro„; y en la antigüedad se decía comúnmente "montar la rueda„, en vez de decir "montar en el carro„.

No es menester suponer en el hombre un grado muy superior de inteligencia para que caiga en la cuenta de que un objeto redondo y pesado, como, por ejemplo, un tronco de árbol ó trozo del mismo, se transporta más fácilmente haciéndolo rodar que llevándolo á cuestas; y de hecho las ruedas más primitivas de los antiguos responden á semejante observación, por cuanto están constituídas por discos macizos, unidos á un eje, de modo que éste tenía que dar vueltas con ellos, formando como un solo cuerpo. Según refiere Vitrubio en su célebre libro *De architectura*, el arquitecto griego Ktesiphon se valió del mismo principio para trasladar, desde la cantera al sitio del templo de Diana, en Éfeso, los fustes de las columnas destinadas á este edificio: fijó en ambos extremos de ellos gorrones de hierro, sobre los cuales colocó una armadura de madera á la que se enganchaban los animales de tiro; de manera que el fuste rodaba sobre el terreno como los pesados rodillos que empleamos hoy en agricultura y en la construcción de caminos. Para el transporte de las pesadas piezas del arquitrabe de dicho templo, las cuales, por ser prismáticas, no podían rodar, Metágenes, hijo de Ktesiphon, fijó también en sus extremos gorrones de hierro, mediante los cuales las suspendió entre dos ruedas, de modo que cada pieza ó sillar formaba como el eje de éstas.

Los carros más antiguos de que tenemos noticia estaban provistos de ejes y ruedas de madera toscamente labrada. Las ruedas eran discos macizos ó rodajas de 50 á 75 centímetros de diámetro y unos 25 de grueso, formados al principio por cortos trozos de tronco de árbol, y sujetos en los extremos del eje por medio de cuñas de madera. Semejantes artefactos no tenían seguramente una sola pieza ó clavija de bronce ó hierro, asemejándose en esto á las carretas que se emplean todavía en las estepas asiáticas y en nuestra Sierra Segura, así como á los carros que usaban todavía á mediados de este siglo los habitantes del Luneburgo (Hannover). El que haya escuchado el ruido que produce al rodar una carreta cargada de Sierra Segura, hecha enteramente de madera, podrá apreciar las repetidas alusiones de los poetas antiguos al crujido de aquellos primitivos carros, así como la amenaza del profeta Amós: "He aquí; yo crujiré debajo de vosotros, como cruje un carro cargado de heno„.

A pesar de la construcción tan tosca de los carros primitivos, su utilidad era tal y se apreciaban tanto, que los poetas de todos los pueblos se emularon en cantar sus alabanzas. La literatura índica más antigua se refiere repetida-

mente al carro, y de unos versos de la *Riksanhita* se desprende que la rueda formada con rayos era por entonces objeto de admiración y aun de asombro. Otras partes de la misma obra poética tratan de los ricos adornos que llevaban algunos carros; y es interesante notar que si bien en aquellos remotos tiempos la mayoría de los carros era de dos ruedas, diferían bastante por su construcción y se destinaban á usos muy diversos, empleándose también carros de cuatro y más ruedas. Esto se desprende claramente, entre otros pasajes, de muchos himnos del Rig-Veda, el más antiguo monumento de la literatura sanscrita, que data del siglo XVII ó XVI antes de nuestra Era. El mismo documento alude también á la ventaja de untar bien el eje del carro; operación tanto más fastidiosa, cuanto que, hallándose las ruedas fijas al eje y estando formadas por sólidos discos de madera, se hacía difícil engrasar los cojinetes ó abrazaderas dentro de los cuales giraba el eje, y estaban sujetos en la parte inferior del cuerpo ó caja del carro. A las dificultades que en tales condiciones ofrecía el engrasado del eje giratorio, ó, mejor dicho, al deseo de vencerlas, suelen atribuirse las modificaciones en la construcción que, andando el tiempo, condujeron á la rueda de rayos. Según esta hipótesis, hubieron de practicarse en las ruedas macizas varias aberturas, de ancho suficiente para dar paso al brazo del hombre y facilitar la untura del eje; gradualmente, y viendo que tales aberturas no perjudicaban á la solidez de la rueda, fueron haciéndose mayores, reduciendo su número á cuatro, de suerte que las partes del disco entre el centro y la periferia, que se dejaban intactas, constituían como cuatro rayos gruesos dispuestos en forma de cruz. Sea de ello lo que fuere, el hecho es que las primitivas ruedas de rayos no ostentaron más de cuatro de éstos; y tal es la fuerza de la costumbre, que cuando se llegó á fundir ruedas de bronce de una pieza, no se les dió, al principio, más de cuatro rayos, aunque hubiera sido muy fácil aumentar el número, tardándose bastante tiempo en introducir esta mejora. Pero los pueblos orientales llegaron al fin á construir ruedas de seis, ocho y hasta doce rayos, como lo demuestran los antiguos relieves egipcios y asirios (figura 571).

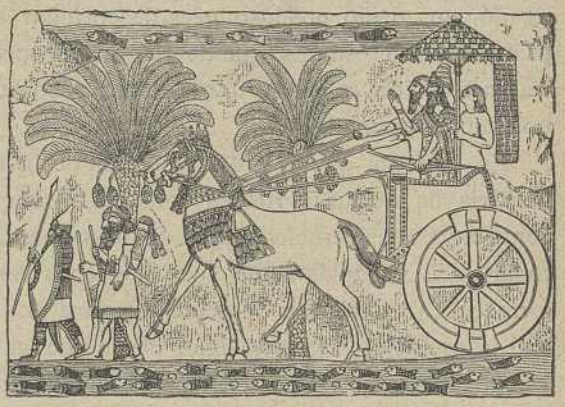


FIG. 571.—Antiguo carro asirio.

Aunque también se conservó durante mucho tiempo la costumbre de acuñar las ruedas al eje, su construcción se fué perfeccionando de un modo nota-

ble, pues se aprendió relativamente pronto á formarlas de diversas piezas, labrando con esmero los rayos y ensamblándolos á caja y espiga con un cubo y las pinas que formaban el círculo exterior. Tratándose de carros de lujo, las diferentes partes de las ruedas se tallaban más ó menos artísticamente; y después, cuando se aprendió á fundir ruedas de bronce, su adorno adquirió mayor importancia, si bien, no sólo respecto de la forma general de la rueda, sino hasta en los menores detalles, se siguió mucho tiempo imitando con el metal la construcción de madera, por más que, dadas las propiedades tan distintas de ambas materias, semejante imitación no tenía razón de ser.

Aunque esta conservación ó repetición irracional de formas inútiles sólo demuestra al observador casual que en todos los tiempos ha manifestado el hombre la tendencia á hacerse esclavo de la costumbre, ofrece á veces al investigador un medio precioso para desentrañar el origen de las cosas y resolver problemas interesantes, que de otro modo quedarían envueltos en el misterio. Tal sucede con la rueda, ó, mejor dicho, con una parte de ella de que aún no nos hemos ocupado.

Es evidente que el aro ó la banda de hierro dulce con que revestimos la periferia de nuestras ruedas constituye una parte esencial de éstas, que contribuye considerablemente á su mayor solidez y durabilidad, y les permite rodar fácil y rápidamente sobre terrenos desiguales. Pero por más que la formación y colocación de semejante aro nos parece una cosa muy sencilla, han transcurrido siglos y siglos desde que el hombre empezó á elaborar los metales hasta que supo formar con tal objeto un aro cerrado. Las primitivas ruedas de rayos, hechas de madera, tuvieron sin duda, á guisa de aro, un revestimiento periférico compuesto de varios trozos gruesos y curvos de madera, sujetos con clavijas (también de madera) á la parte exterior de las pinas; y este primitivo revestimiento puede verse todavía en las carretas de la Sierra Segura que citamos más arriba. Posteriormente, según se desprende de algunos antiguos relieves asirios, la misma forma de revestimiento se imitó en bronce, dando, por cierto, á las ruedas un aspecto muy pesado. Según la *Ilíada* de Homero, los antiguos griegos revistieron sus ruedas con una serie de planchas de metal; costumbre que se ha conservado en algunas comarcas europeas hasta mediados del presente siglo. Pero esta aplicación de corto número de piezas no constituye la forma más primitiva del aro metálico; el hombre se valió antes de un medio más elemental, que si bien hace muchísimo tiempo no se practica en ninguna parte, ha dejado impreso en obras posteriores su sello inequívoco. En efecto; los antiguos relieves asirios y persas representan con frecuencia ruedas de carro reforzadas con un aro ligero, en el cual se distingue una serie de pequeñas elevaciones á modo de perlas; y también en la actualidad revisten los chinos frecuentemente las ruedas de sus carros con aros cerrados de hierro, que tienen una serie de entalladuras ó muescas que les

hacen parecer como compuestos de escamas. Semejante trabajo no responde á fin utilitario alguno, y en realidad no es más que una imitación inconsciente del modo primitivo, que consistía en clavar en la periferia de la rueda, ó sea en la parte exterior de sus pinas, gran número de clavos de cabeza muy ancha, cuyos bordes montaban uno encima de otro, tapando la madera que estaban destinados á proteger. Esta explicación ha sido confirmada plenamente por el hallazgo, en antiquísimos sepulcros del mediodía de Alemania, de varios aros de rueda, compuestos no más que de toscos clavos, cuyas cabezas se habían unido firmemente entre sí en virtud de la oxidación.

En el antiguo Egipto se hallaban en uso carros de dos y de cuatro ruedas; y se desprende de los libros bíblicos que los hebreos poseían también sus carros de lujo. El primer animal de tiro parece haber sido en todas partes el buey; según los griegos, un tal Trochilos fué el primero que se atrevió á enganchar caballos, mientras que otras leyendas atribuyen este progreso á los frigios del Asia Menor. De todos modos, el empleo del caballo para el tiro es muy antiguo, pues tanto los asirios y los egipcios como los griegos y los persas se servían en sus combates de carros tirados por caballos. En cuanto al cuerpo de estos carros, lo constituía una simple caja abierta, sentada directamente sobre los cojinetes del eje; pero á juzgar por los antiguos relieves, los carros egipcios no eran tan pesados como los asirios, asemejándose más por su forma á los griegos (figuras 572 y 573). Pero en Grecia, y después en la antigua Roma, el carro se destinaba principalmente á usos domésticos; los hombres preferían montar á caballo mejor que andar en carruaje, mirando este modo de locomoción como digno sólo de mujeres y enfermos, aunque haciendo excepción en favor de los generales, que después de la victoria entraban en Roma de pie, en el lujoso carro de triunfo (fig. 574). Más tarde, durante los tiempos degenerados del Imperio, se dejaban ver también los hombres, arrellanándose en carros de lujo. Por lo demás, en la antigüedad no podía considerarse el carro como un medio de ganar tiempo caminando rápidamente; pues si de una parte no hubiera consentido una marcha rápida el mal estado de los caminos, ó la falta absoluta de ellos, por otra la carencia total de todo muelle ó cosa parecida entre los ejes y el cuerpo del carro, no era por cierto aliciente para andar de prisa. Sólo en la arena, esto es, sobre el piso llano del circo, se lanzaban á la carrera pequeños carros de dos ruedas, tirados por cuatro caballos que guiaba un hombre en pie (fig. 575). El carro de dos ruedas fué siempre la forma predominante entre los romanos, y para tirarlo se empleaban, no sólo caballos, sino otros animales diversos, como burros, mulas, bueyes y aun avestruces, refiriéndose que Marco Aurelio se atrevió un día á enganchar leones.

Los escritores romanos hablan de varios pueblos, como los germanos, galos, bretones, escitas y sármatas, que empleaban carros tirados por bueyes.

En sus campañas guerreras acompañaban á los galos y germanos sus familias, y antes de un combate formaban con sus carros un cerco, dentro del cual se refugiaban las mujeres y los niños.



FIG. 572.—Antiguo carro de guerra egipcio.

Antes que la construcción de carruajes y caminos llegara á cierta perfección, respondiendo á las necesidades de un tráfico más activo, el andar en coche ofrecía bien pocos atractivos; y si bien en varios manuscritos (desde el siglo IX en adelante) se encuentran miniaturas representando á reyes ó príncipes conducidos en carros (fig. 576), tanto las mujeres como los hombres, aun de la más alta alcurnia, preferían caminar á caballo, considerando este modo de locomoción como el más decente y cómodo. Hacia fines del siglo XV em-



FIG. 573.—Antiguo carro de guerra griego.

pezaron algunos príncipes á servirse de coches de lujo; refiriéndose, por ejemplo, que el emperador alemán Federico III vino á Francfort, el año 1494, en un coche cubierto y adornado con colgaduras. Durante el siglo XVI solían las

damas acudir á los torneos y otras fiestas en coches semejantes (fig. 577), que estaban revestidos de cuero fino, forrados con terciopelo, adornados con borlones de seda y molduras doradas, y teniendo á veces ventanas de



FIG. 574.—Antiguo carro de triunfo romano.

vidrio. Aparte de estas señales de lujo, los principales adelantos que revelaba la construcción de estos carruajes consistían en el cuerpo cerrado que protegía las personas contra las inclemencias del tiempo, y la suspensión de dicho cuerpo en cuatro correas (véase la fig. 577), que respondían, hasta



FIG. 575.—Carrera de carros en el circo romano.

cierto punto, al mismo fin que los muelles de acero de los coches modernos.

Al principio fué el coche objeto de una oposición bastante viva, ora por parte de los moralistas que denunciaban su uso como una afeminación, ora

por parte de los portadores de sillas de mano, que con la adopción del nuevo vehículo veían seriamente amenazados sus intereses. Pero, á pesar de todo, el empleo del coche se fué generalizando poco á poco, extendiéndose desde Alemania á los demás países. Cuentan los cronistas ingleses que en 1564 la



FIG. 576.—Carro del siglo XII, según un grabado de la época.

reina tomó á su servicio, como cochero, á un holandés llamado Boonen, que había traído el primer coche á Inglaterra; pero la reina no gozó mucho tiempo el privilegio exclusivo de ir en carruaje, pues varias damas principales adquirieron también coches, en los cuales se paseaban por la ciudad y el campo, llamando extraordinariamente la atención de las gentes. Veinte años

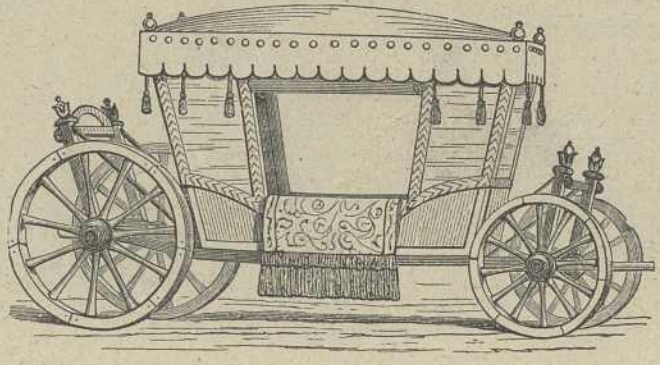


FIG. 577.—Coche de mediados del siglo XVII.

más tarde se había generalizado el uso del coche entre la aristocracia inglesa y demás personas ricas, y la construcción de carruajes de lujo constituía ya una industria floreciente. Desde entonces los ingleses, y después los norteamericanos, se han distinguido siempre en el perfeccionamiento del coche,

contribuyendo á hacerlo cada vez más sólido, ligero, seguro y cómodo. En Inglaterra aparecieron por vez primera ejes y ruedas de hierro, construyéndose después con este metal las demás piezas de la armadura, y también se perfeccionó allí la construcción de los muelles de acero, inventados en el siglo

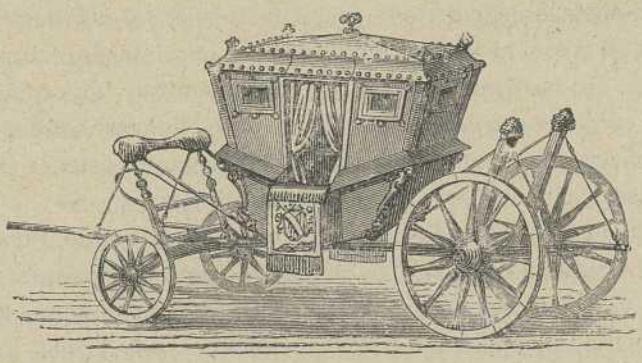


FIG. 578.—Coche de tiempos de Luis XV.

pasado, y gracias á los cuales el coche ganó considerablemente en comodidad.

Pero respecto de la elegancia en la forma y los adornos del coche, los franceses llevaron la batuta desde el siglo XVI al XVIII, cuando los ingleses empezaron á disputarles la preeminencia en este particular. Nuestras figuras 578 y 579 dan una idea de la construcción francesa en tiempos de Luis XV y XVI; pero en las cocheras de nuestro palacio regio de Madrid hallarán nuestros lectores modelos aún más característicos, pues allí se conserva la



FIG. 579.—Coche del rey Luis XVI.

colección de carruajes de lujo antiguos más completa y curiosa que conocemos. Actualmente los ingleses, franceses y alemanes se disputan la preeminencia en la construcción de coches; industria que en nuestros tiempos ha tomado un desarrollo extraordinario, especialmente en las grandes capitales.

CONSTRUCCIÓN

En la construcción de los carruajes destinados á los caminos ordinarios toman parte, además del carretero propiamente dicho y del herrero, el guarnicionero, el cerrajero, el tornero, el vidriero, el pasamanero, el pintor y aun otros artífices. En las grandes ciudades se encuentran hoy establecimientos dedicados á dicha construcción, que reunen los talleres correspondientes á todos esos oficios; en Londres hay una calle bastante extensa (Long-Acre), compuesta casi exclusivamente de semejantes fábricas.

Lo mismo que la construcción de una casa, de un buque ó una máquina, la de un coche supone un plano ó dibujo; y como quiera que un carruaje ostenta rara vez una línea recta ó un ángulo recto, predominando en él las curvas más variadas, y que, por consiguiente, no sería posible trabajar con acierto sobre la base de un dibujo hecho en escala reducida, es preciso trazar en el papel todas las partes, de tamaño natural. Con arreglo á estos dibujos se procede primero á formar patrones ó modelos de tabla, que sirven de guia á los operarios para formar las correspondientes piezas, tanto del cuerpo del coche como de la armadura, de los ejes, etc. La formación de los ligeros bastidores y entrepaños que componen la caja de dicho cuerpo, supone operarios muy hábiles, cuyo trabajo es análogo al del ebanista, si bien ofrece dificultades mayores, dada la irregularidad de las diversas piezas. También reclama mucha destreza y cuidado la ensambladura de estas partes encorvadas, que rara vez se juntan bajo un ángulo recto, debiendo valerse el operario de las uniones á caja y espiga más variadas, y apelar al empleo de la cola, los tornillos y los clavos. Los entrepaños se forman en parte por medio del cepillo, en parte encorvándolos, mediante el calor y la humedad: si una tabla delgada se moja por una cara y se calienta por la opuesta, se encorva rápidamente, resultando más ó menos convexa la cara húmeda y cóncava, por lo tanto, la cara calentada; y semejante encorvadura puede hacerse permanente sujetando con fuerza la tabla, hasta que se seque por completo.

Entretanto, el herrero y el carretero construyen la armadura del carruaje, elaborando el primero las diversas piezas de hierro con arreglo á los patrones referidos, y labrando el segundo las de madera, entre ellas las ruedas, cuya construcción reclama también no poca habilidad. Una rueda se compone de diferentes piezas de madera y hierro, siendo las primeras el cubo, los rayos y las pinas. El cubo se forma en el torno, y en la parte media, más gruesa, se vacían con el escoplo las mortajas destinadas á la recepción de los rayos; éstos no se colocan perpendicularmente al cubo, sino con cierta inclinación hacia fuera, merced á la cual se obtiene mayor espacio para el cuerpo del

carruaje, cierta elasticidad unida á la mayor resistencia lateral de la rueda misma, y la ventaja de que el barro se despide ó cae más fácimente de ésta. Cada dos rayos sostienen, mediante las espigas correspondientes, una de las pinas ó piezas de madera encorvadas, que juntas constituyen el círculo de la rueda, y se unen entre sí por sus extremos mediante clavijas ó chabetas. Pero la unión más segura de estas diversas piezas de madera, y por ende, la solidez y duración de la rueda, se consigue mediante la banda ó aro de hierro que se aplica en torno de la periferia. El herrero forma el aro, de modo que su diámetro interno resulte un poquito más pequeño que el de la rueda correspondiente; para colocarlo, se sujeta la rueda horizontalmente sobre una base á propósito, el aro se calienta con uniformidad para que el hierro se dilate por igual, y entonces puede ponerse sin dificultad; al enfriarse se contrae, apretando firmemente todas las piezas, y, por último, para su mejor sujeción se taladra en diferentes puntos, atornillándolo á las pinas. El cubo recibe también refuerzos en sus dos extremos, en forma de virolas, ó sean pequeños aros de hierro dulce que se colocan también en caliente; mientras que, perforado en su centro para introducir el eje, se reviste interiormente con un buje ó cilindro hueco de hierro fundido ó de latón, para evitar el desgaste de la madera; dicho buje está acanalado al interior para retener la grasa destinada á disminuir el roce del eje. Las ruedas construídas de la manera referida son las más comunes; pero las hay también en las que el círculo no se compone de una serie de pinas, sino que está formado de una sola pieza de madera encorvada por medio del vapor y de la presión mecánica. Los ejes modernos son de hierro dulce y siempre fijos, salvo en los carruajes de las vías férreas.

Respecto de la armadura inferior del carruaje, que mantiene en su posición debida los ejes y sostiene el cuerpo y el pescante, no podemos entrar en pormenores, porque su construcción varía muchísimo. En los carros ordinarios de cuatro ruedas, así como en los coches de forma antigua, consiste dicha armadura realmente en dos carros unidos por un árbol recto ó curvilíneo; este árbol se halla unido con solidez al eje trasero, mientras que su unión con el delantero lo determina una pieza plana de hierro perforada para admitir el tornillo ó pasador, en torno del cuál gira el juego delantero, permitiendo volver el carro en un espacio reducido. Los carruajes de lujo se construyen hoy generalmente sin árbol de unión; sistema que no sólo ofrece grandes ventajas para volverlos, sino que hace posible bajar mucho su cuerpo, y por ende, su centro de gravedad; de esta suerte es mucho mayor la seguridad del carruaje, y se sube y apea mucho más cómodamente. La construcción del juego delantero varía también más ó menos, según que la tracción del carruaje se haya de verificar por medio de una lanza, ó de dos varas ó limoneras. Los muelles constituyen una parte constructiva importante, especialmente en los carruajes destinados al transporte de personas y de objetos más ó menos frágiles; pues

merced á su elasticidad impiden que las bruscas sacudidas producidas por las desigualdades del camino se propaguen como tales al cuerpo del carruaje. El mejor material para los muelles es el acero, en forma de pletinas más ó menos delgadas, componiéndose cada muelle de varias de éstas sobrepuestas, ó unidas de manera que cada una tenga su juego libre. Según la construcción del carruaje, los muelles reciben la forma de *C*, de *S* ó la elíptica ⌓, y en los coches de lujo mejor construídos se combinan muelles de diferentes formas, dispuestos unos transversal y otros longitudinalmente, de modo que las oscilaciones resultan en extremo suaves.

La pintura y el barnizado de los carruajes, en especial los de lujo, se distingue de los trabajos ordinarios del género por el número relativamente grande de capas ó "manos„ que se dan. Los colores al óleo son los usuales pero se aplican repetidamente hasta que no puedan diferenciarse las piezas de hierro de las de madera, dejando secar por completo una capa ó mano de pintura, y entonces frotándola ó alisándola perfectamente con piedra pómez, antes de dar la siguiente. Lo propio se hace con el barniz ó color de laca; de modo que el trabajo sólo se da por terminado después de dadas de 12 á 15 manos. En cuanto á las cubiertas de cuero que reciben muchos carruajes, el acolchado de los asientos y forro interior con paño, raso, terciopelo, cuero y materias análogas, son obras del guarnicionero, tapicero y pasamanero, á cuyos pormenores no podemos descender; y tampoco entraremos aquí en detalles acerca de las ventanillas, cortinillas, cerraduras de las portezuelas y otros varios objetos de utilidad ó adorno que ostentan nuestros coches, pues atendida su variedad, su descripción y la de los diversos medios empleados para construirlos, son incompatibles con el espacio de que disponemos en un libro como éste.

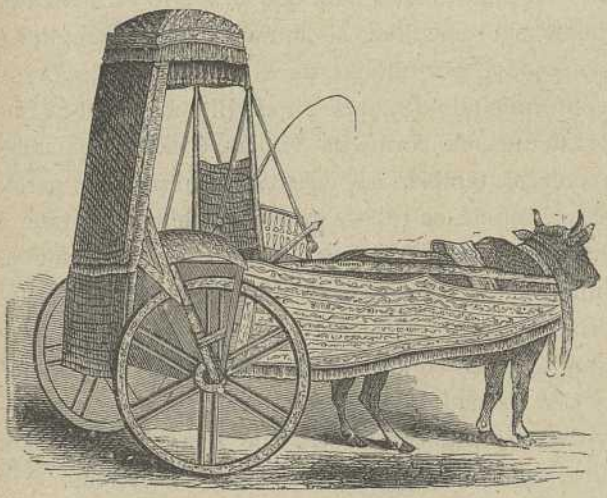


FIG. 580.—Coche de lujo indio.

La uniformidad convencional que rige las costumbres de la "alta sociedad„ en casi todos los países, se ha hecho extensiva á los carruajes de lujo hoy en uso, y cuyos patrones se traen de Londres, París, Berlín ó Viena; sin embargo, en algunas partes del globo el carruaje de lujo conserva aún su carácter nacional, y en prueba de ello reproducimos en la fig. 580 un carruaje de gala,

indio, tirado por un buey, que tuvimos ocasión de ver en la primera Exposición universal de Londres. Pero es en la clase de los carruajes ordinarios donde los tipos nacionales se muestran más persistentes: ahí está, por ejemplo, la *araba* turca (fig. 581), también arrastrada por bueyes, y que hace siglos sigue construyéndose sin la menor variación, hallándose todavía á la altura de la Edad Media. Aunque el cuerpo de este carruaje ostenta, interior como exteriormente, adornos de talla, pintados y hasta dorados, carece de toda comodidad, al menos según nuestras ideas; fiel á las tradiciones orientales, ofrece tan sólo un piso plano, cubierto con una alfombra, sobre el cual se agachan las per-



FIG. 581.—«Araba» turca.

sonas, doblando las piernas debajo del cuerpo; y en esta posición sufren todas las sacudidas que se producen, puesto que de muelles no hay el menor vestigio. El juego delantero de las ruedas está firmemente unido al trasero, de modo que el carruaje necesita describir un círculo muy grande para volverse; y para subir y bajar hay una escala que se pone y quita cada vez. Cubre el cuerpo un toldo sostenido por ligeros arcos de madera, y, como por regla general, se destina sólo á las mujeres, que en Oriente no deben exponerse á las miradas del público, por lo que está completamente cerrado por cortinas; pero en Constantinopla y sus alrededores se emplea la *araba* como un ómnibus para el transporte de diez á doce personas de ambos sexos. En Rusia se hallan todavía en uso general varios carruajes de carácter enteramente nacional, mereciendo citarse el *kibitke*, especie de carro cubierto por un toldo; la *telega* (figura 582), muy ligera, de cuatro ruedas y abierta, que se encuentra en las

ciudades como carruaje de alquiler tirado por un caballo, pero que también sirve para viajar, arrastrándolo entonces tres caballos; y el *tarantass*, propio del interior y el Mediodía de la Rusia europea, que ostenta un cuerpo de calesa con cubierta de cuero, montado en medio de dos palos paralelos, muy largos y elásticos, que hacen las veces de muelles y se hallan sujetos por sus extremos á los dos ejes del carruaje. Por último, debemos dedicar un recuerdo á nuestra clásica calesa, de la que se encuentran todavía algunos ejemplares en el Puerto de Santa María y otras partes de Andalucía, y cuya construcción



FIG. 582.—«Telega» rusa.

típica se repite, con algunas variantes, en el volante de la Habana (fig. 583) y el *corricoli* de Nápoles, que reproduce la fig. 584.

Carruajes de ferrocarril.—La construcción de estos medios de transporte difiere de un modo tan radical de la de los carruajes destinados á recorrer los caminos ordinarios, hallándose tan íntimamente ligada con la construcción de máquinas, que en rigor debiéramos tratarla en otra parte de esta obra, sobre todo cuando hoy la madera sólo desempeña en ella un papel secundario. Mas como no nos es posible dedicarle un capítulo aparte, y puesto que los carruajes ferrocarrileros actuales son el producto de la transformación ó evolución de la diligencia de antaño, vamos á ocuparnos sucintamente de la materia.

Al decir que el carruaje ferrocarrilero que todos conocemos tuvo por madre, ó si se quiere abuela, la clásica diligencia pintada de negro y amarillo, no

hablamos en sentido figurado, como podrían sospecharlo nuestros lectores, sino ateniéndonos estrictamente á los hechos. La introducción de las vías férreas en España tuvo lugar demasiado tarde para que los españoles fueran testigos de vista de las primeras fases de la evolución referida; pero los que visitaran la Exposición Vienense de 1873 tuvieron ocasión de ver, expuesto como curiosidad, el primer carruaje construído en Austria para el transporte de personas por ferrocarril, y era sencillamente un cuerpo de diligencia montado sobre ruedas ferrocarrileras. Recordamos haber viajado en Francia cuando las principales vías férreas se hallaban todavía en construcción: parte del viaje se



FIG. 583.—«Volante» de la Habana.

verificaba en diligencia tirada por seis caballos, y cuando se llegaba al punto donde empezaba el camino de hierro, la diligencia se paraba junto á los carriles, se destornillaba su cuerpo, y mediante una poderosa grúa se trasladaba seguidamente á otra armadura provista de ruedas ferrocarrileras, de modo que los viajeros continuaban en el mismo carruaje, con el equipaje sobre la cubierta. Pero en los últimos cuarenta años se ha verificado una transformación completa, y en los carruajes que hoy arrastra la locomotora, especialmente los coches-salones y dormitorios de los trenes expresos, la estrechez del interior de la diligencia ha cedido el puesto á la mayor anchura y comodidad compatibles con un viaje, mientras que, durante la noche, á la oscuridad completa del antiguo vehículo ha sucedido el brillo del gas y aún de la luz eléctrica. El contraste es todavía mayor en Suiza y el Mediodía de Alemania, donde se han adoptado los carruajes norteamericanos que tienen hasta dieciocho metros de

largo y comunican unos con otros, de modo que los viajeros pueden pasar libremente, en su interior, de un extremo á otro del tren mientras se halla éste en marcha.

La construcción de los carruajes ferrocarrileros se verifica en grandes fábricas especiales, utilizándose en ella muchas de las herramientas mecánicas (tornos, máquinas de taladrar, remachar, cepillar, fresar, etc.) descritas al tratar de la elaboración de los metales y la madera. La armadura que descansa sobre las ruedas y sostiene el cuerpo del carruaje difiere totalmente de la de los carruajes ordinarios, y se hace hoy casi por completo de hierro. Para los



FIG. 584.—«Corricoli» de Nápoles.

ejes y las ruedas se emplea también el hierro dulce ó el acero, construyéndose las últimas con rayos, ó bien en forma de discos macizos, y revistiéndolas con bandas ó llantas muy sólidas, que tienen en su lado interno un borde saliente ó flanja para impedir que se salgan de los rails ó descarrilen. La mayor regularidad en el movimiento, la seguridad debida y la lubrificación constante y conservación de los ejes, exigen que las ruedas se sujeten a éstos y no giren con independencia en sus extremos, como en los carruajes ordinarios. Por otra parte, si ha de lograrse la mayor seguridad y el movimiento más uniforme posible, las dificultades en la construcción de ejes movibles en un plano horizontal obligan á que se sujeten, que estén siempre perfectamente paralelos entre sí, por más que esta posición invariable ofrezca inconvenientes para el paso del carruaje por las curvas de la vía. Con arreglo al sistema generalmente adoptado en Europa, cada carruaje tiene dos ejes y cuatro ruedas; las vigas longitudinales del armazón se apoyan directamente sobre

muelles de arco, sujetos por su centro á los cojinetes en que giran los ejes; guías de hierro dulce, en forma de horca, fijas al armazón, y entre cuyos brazos se ajustan muy bien los cojinetes, permiten el movimiento del cuerpo del carruaje en sentido vertical, debido á la elasticidad de los muelles, sin que los ejes varíen de posición. Los carruajes construídos con arreglo al sistema norteamericano, y cuya longitud varía entre siete y dieciocho metros, descansan sobre ocho ó dieciséis ruedas, es decir, que tienen respectivamente cuatro ú ocho ejes, dispuestos en dos armazones independientes, hacia los extremos del carruaje; los ejes están muy juntos, y cada armazón está unido al cuerpo mediante un gorrón, de manera que puede girar, facilitando así la circulación de carruajes tan largos por las curvas de la vía.

La unión de los carruajes entre sí y con la locomotora para formar un tren, se verifica por medio de fuertes eslabones de hierro, tornillos y ganchos, sujetos en los extremos del armazón; hallándose cada gancho unido á un muelle situado detrás de la traviesa terminal de aquél, con el fin de evitar la incomodidad y las roturas que pudieran resultar de la tensión repentina de las uniones al arrancar la locomotora. Además, todo carruaje de vía férrea está provisto en ambos extremos de topes elásticos, para suavizar las sacudidas producidas al chocar un carruaje contra otro cuando se acorta la velocidad de la marcha. Los furgones, ó sean los carruajes destinados al transporte de equipajes, tienen también frenos de rozamiento que obran sobre sus ruedas, con e objeto de coadyuvar al freno de la locomotora, facilitando las paradas. Esta disposición basta, hablando en general, para los trenes ordinarios que caminan relativamente despacio; pero la conveniencia de poder parar un tren expreso en un momento dado lo más pronto posible, ha conducido á la adopción de los llamados frenos continuos, que obran simultáneamente sobre las ruedas de todos los coches, y entre los cuales mencionaremos, como los más eficaces, los neumáticos de *Kendall* y de *Westinghouse*. El vapor de la locomotora comprime el aire que obra, mediante un tubo, sobre émbolos que funcionan en pequeños cilindros colocados debajo de los carruajes, y á cuyo movimiento responden los zoquetes de rozamiento de las ruedas; en los carruajes, el tubo es de cautchuc y tiene una unión metálica que permite romper su continuidad en un momento. Con semejantes frenos y una presión inicial de 3,5 atmósferas, puede pararse un tren que camina á razón de 90 kilómetros por hora por una vía horizontal, en un espacio de 200 á 250 metros.

En cuanto al cuerpo de los carruajes ferrocarrileros, consiste en un armazón ó esqueleto de madera de encina ó de hierro, con entrepaños de madera ó bien revestido con plancha delgada de hierro; la cubierta propiamente dicha suele ser de pino, revestido al exterior con chapa de cobre ó cinc, ó con lienzo embreado. Respecto de la división interior se distinguen dos sistemas: el inglés ó de compartimientos separados, en los que entran los viajeros por puertas

laterales, y es el que predomina en Europa; y el americano, que permite la circulación de un extremo á otro del carruaje, por un pasillo reservado entre los asientos, hallándose las puertas en dichos extremos y abriéndose sobre pequeños balcones transversales, á los que se sube mediante escaleras. No necesitamos recordar que los carruajes destinados á los viajeros se construyen de tres clases, que se distinguen por la disposición más ó menos cómoda del interior, existiendo además para viajes largos los llamados coches de dormir *(sleeping-cars)* de diversa construcción, que adquieren en las grandes vías transcontinentales de los Estados Unidos, el carácter de verdaderas fondas ambulantes, cuyas piezas, amuebladas con el mayor lujo, pueden utilizarse de día como gabinetes ó comedores, y convertirse de noche en dormitorios con espaciosas camas. Mencionaremos, por último, la calefacción de los carruajes ferrocarrileros, que se verifica por medio del agua caliente, el vapor ú hornillos de cok de construcción especial; y el alumbrado, que tiene lugar generalmente con lámparas de aceite, pero que se verifica ya en bastantes vías del exranjero mediante el gas ó la luz eléctrica.





CESTERÍA, ESTERERÍA, SOMBREROS DE PAJA

Ideas generales.—Cestería: materiales, herramientas y procedimientos.—Esterería: el esparto y su elaboración en forma de esteras, espuertas, seras, etc.—Fabricación de sombreros de paja: cultivo de la paja en Italia; proeedimientos de elaboración; importancia de la industria pajera; su desarrollo en otros países.—Sombreros de pita ó Panamá.

La gran utilidad de las plantas para fines mecánico-técnicos estriba casi exclusivamente—esto es, con excepción del corcho—en las propiedades de las fibras vegetales. El árbol más grueso, lo mismo que el tallo más delgado, se compone principalmente de fibras, cuya naturaleza es, en lo esencial, siempre la misma. Cada fibra por sí se muestra muy flexible, y resiste más ó menos á la rasgadura; las células de las fibras que componen las maderas duras han perdido mucho de su flexibilidad, merced á las llamadas sustancias incrustantes (resina, goma, etc.), mientras que las maderas blandas, como las de tilo, chopo y mimbre, se dejan dividir, por medio de herramientas como el cepillo, en tiras finas, que pueden trenzarse con facilidad y hasta tejerse en un telar. Las fibras vegetales que más se distinguen por su flexibilidad y resisten-

cia son las de las plantas textiles, y de su elaboración nos ocuparemos más adelante, con el detenimiento que su importancia requiere. El presente capítulo lo destinamos no más que á las industrias que producen tejidos de mimbre, esparto, paja y materiales análogos.

El arte de entrelazar ó tejer á mano semejantes materias constituyó indudablemente una de las ocupaciones más primitivas del hombre, que no debió tardar mucho en apreciar la utilidad de la multitud de varillas, cañas, pajas, juncos y fibras corticales que le brindaba la madre Naturaleza para formar toda clase de objetos; y cuando consideramos la facilidad con que nuestros niños ejecutan espontáneamente semejantes labores, hay motivo para sospechar que reside en el hombre cierto impulso natural hacia este género de trabajo. El hecho es que muchos pueblos bárbaros practican hoy el arte en cuestión, mostrando los cafres, en especial, una maestría casi increíble; las chozas de sus jefes están adornadas en el interior con esteras artísticamente hechas; sus cubos, formados con juncos entretejidos, son tan compactos, que no dejan escapar la menor gota de agua, y con las púas del puerco-espín saben tejer cestitas muy bonitas, que llaman mucho la atención de los europeos.

CESTERÍA

Los principales materiales empleados en la elaboración de cestas y objetos del género los proporcionan varias especies de sauce y de la palmera de caña; de esta última hablaremos luego; respecto de los sauces, hay que advertir, en primer lugar, que si bien las varillas del blanco, de la sarga y otras se utilizan en obras bastas, las únicas que responden perfectamente á las exigencias del cestero son los mimbres, ó sean las ramas de la mimbrera, que por esta razón recibió el nombre de *Salix viminalis*, ó sauce de cesteros. Es tal la importancia de este arbusto para la industria que nos ocupa, que se cultiva en varios países europeos, y en terrenos que de otro modo no podrían aprovecharse con igual ventaja. Los mimbres, que alcanzan un largo de sesenta centímetros á dos metros, se cortan en Abril ó Mayo; se emplean con corteza en la elaboración de los cestos más ordinarios; pero cuando se destinan á obras finas, se descortezan seguidamente, pasándolos por una especie de tenazas, después de cuya operación se quita fácilmente la corteza con los dedos. Los mimbres descortezados deben secarse al aire y al sol lo más pronto posible, porque de otro modo pierden mucha de su tenacidad y su blancura; antes de emplearlos hay que ponerlos en remojo.

Para las obras más finas de cestería, se hienden los mimbres, empleando al efecto el llamado hendidor, ó sea un instrumento de madera dura ó metal, uno de cuyos extremos se desarrolla en tres ó cuatro cuñas agudas radiales,

que en sección presentan una figura de cruz ó estrellada. El mimbre que se trata de hendir se abre en cruz, con una navaja, en su base, y en unos dos centímetros de extensión; é introduciendo la boca del hendidor en las aberturas, se empuja el instrumento hasta producir la división en toda la longitud. Las tres ó cuatro varillas triangulares que se obtienen de este modo de cada mimbre se labran luego con una especie de cepillo, consistente en dos hojas cortantes de acero de unos siete centímetros de largo, que pueden juntarse más ó menos por medio de tornillos, y que se hallan sujetas á un banco; la operación se reduce á introducir entre las dos hojas del instrumento un extremo de dichas varillas y hacer tiro rápidamente de éstas, con lo cual pierden la arista correspondiente al centro del mimbre, y que consiste en parte de la medula. Repitiendo esta operación con el cepillo, se adelgazan las varillas en la medida deseada; y entonces se iguala su ancho, labrando sus bordes laterales por medio de otro instrumento, consistente en dos series de cuchillas, sujetas verticalmente, entre las cuales se hacen pasar las varillas con la mano.

En la cesteria propiamente dicha, así como en la formación de los asientos de varias clases ligeras de sillas, etc.,que constituye una rama de dicha industria, se emplean los tallos trepadores más delgados, es decir, de menos de un centímetro de grueso, de algunas especies de palmera de caña, siendo la principal el *Calamus viminalis*, de las islas del Pacífico, de las Molucas y de Borneo. Los tallos naturales ó cañas que importan los holandeses en gran cantidad, se preparan para la industria en establecimientos especiales. En primer lugar se enderezan sometiéndolos á la acción del vapor de agua, hecho lo cual, se cortan en trozos de una longitud determinada. Después se procede á alisar la superficie de las cañas, haciéndolas pasar entre los cilindros de un laminador, que giran con mucha velocidad y se mantienen continuamente mojados con agua. Para que toda la superficie sufra, al pasar, la acción de dichos cilindros, el laminador está combinado con una especie de torno, provisto de gran número de pequeños mandriles, en los cuales se sujetan las extremidades de otras tantas cañas, y de este modo giran éstas también rápidamente al pasar entre los cilindros; el cuerpo de los mandriles se desliza sobre el banco de la máquina, arrastrando las cañas tras de sí. Debemos recordar á nuestros lectores que los tallos de las palmeras trepadoras de que tratamos no son huecos, como las cañas propiamente dichas, sino macizos, si bien su parte externa es muy compacta y dura, mientras que la interna se distingue por su porosidad y es más blanda, siendo ésta la que se emplea en la elaboración de cestas y objetos análogos, y la porción externa ó cortical la que se utiliza para el conocido enrejado que constituye el asiento de muchas sillas. Pues bien; como dichas partes tienen usos distintos, es preciso separarlas, lo que se verifica por medio de una especie de cepillo fijo, que desprende la parte externa de la caña, en forma de tiritas largas y delgadas, dejando la parte interna más ó menos redondeada y

relativamente gruesa. Las dos partes separadas se igualan luego y alisan por medio de otros sencillos instrumentos, y entonces se entregan al comercio.

El trabajo del cestero es tan esencialmente de mano, y depende tanto de la destreza de ésta, que sería muy difícil hacer una descripción especial de él. Tratándose de objetos finos y relativamente pequeños, el cestero se sirve de un aparato auxiliar, consistente en un tubo, fijo verticalmente á un pesado pie de madera, y en el cual entra un palo que, por medio de un tornillo ó pasador, puede fijarse á diferentes alturas. Este palo sirve de sostén al objeto que se elabora, á cuyo efecto contiene una cabeza hueca, en la cual se introduce el mango de una especie de tenazas, que se usa en la elaboración de objetos más ó menos planos, como los fondos y tapaderas de las cestas. Una cesta se empieza siempre por el fondo, acabado el cual, se quitan las tenazas referidas, sujetando en su lugar, en la cabeza del aparato dicho, una tabla de la forma y el tamaño apropiados á la en que se clava el mencionado fondo. Entonces se fijan en torno de éste, y á determinados intervalos, los mimbres ó cañas que forman como el esqueleto de la cesta, y con las manos se van entretejiendo en sentido horizontal con los mimbres más finos, que se aprietan unos contra otros por medio de un hierro, á medida que la obra adelanta desde abajo hacia arriba. Las cestas y banastas mayores y más bastas se forman sobre el suelo, entre las piernas del operario, y con la ayuda del aparato descrito, mientras que las cestas y demás objetos de formas irregulares ó caprichosas se elaboran sobre modelos de madera formados expresamente. En cuanto á los asientos de caña de las sillas, su confección ofrece tan poca dificultad, que en muchas partes suele confiarse á los ciegos.

De los objetos acabados, los hechos con mimbres que conservan su corteza se lavan sencillamente con agua, mientras que los de mimbre descortezado ó de caña se blanquean, sometiéndolos á los vapores de azufre, ó bien se barnizan, broncean, doran, etc. Para los objetos de color se emplean mimbres previamente mordidos por la materia colorante, esto es, cocidos en una disolución de ésta, y después de elaborados, se barnizan. Otras obras de cestería que reclaman un revestimiento más duradero, como, por ejemplo, los tejidos de mimbre ó caña que constituyen el cuerpo de ciertos carruajes ligeros, se pintan primero con una disolución caliente de cola; luego con cola mezclada con creta pulverizada; después con las materias colorantes correspondientes, desleídas en agua de cola, y, por último, con barniz de aceite de linaza ó de goma laca. El bronceado de los artículos de cestería se produce pintando con el llamado polvo de bronce la superficie ya barnizada, antes que el barniz se haya endurecido por completo; y de la misma manera se procede para el dorado.

La industria cestera se halla muy desarrollada en la Franconia superio (Baviera); á tal punto, que los artículos más finos se exportan anualmente por valor de unos seis millones de pesetas, con destino á Francia, Inglaterra, Es-

paña, América, etc. En Francia los principales centros de la cestería son los valles de Vervins, Aubenton é Hirson, en el departamento de Aisne, donde se cultiva la mimbrera en grande escala; sólo en el distrito de Vervins se encuentran nada menos de tres mil familias dedicadas á esta elaboración, produciendo anualmente objetos por valor de dos y medio millones de francos, que se exportan en gran parte á Inglaterra y América.

ESTERERÍA

Una industria propia de los países del Mediterráneo, y que se practica desde muy antiguo en España, Italia, Grecia y la costa africana (Marruecos, Argelia y Túnez), es la fabricación de esteras, felpudos, espuertas, capachos, seras, esparteñas, sogas y otros objetos de esparto, palma, pita y juncos. El esparto, que constituía antiguamente, y aún constituye, el material principal, es la hoja de una planta herbácea del mismo nombre (la *Macrochloa tenacissima* de los botánicos), originaria de la región mediterránea, y que, como saben nuestros lectores, crece, á veces muy abundantemente, en ciertos terrenos áridos, de los que representa la vegetación casi exclusiva. Mucho esparto se exporta en la actualidad desde nuestras provincias de Alicante, Almería, Granada y Murcia, así como desde Argelia y Túnez, para Inglaterra y Francia, donde se emplea en la fabricación del papel; pero su aplicación principal en los países que lo producen la encuentra en la esterería y ramas industriales anejas, á cuyos fines se somete á una preparación sencilla, machacándolo á mano con rodillos de madera, para prestarle mayor blandura y flexibilidad. Otra preparación á que se somete el esparto destinado á la fabricación de las esteras más finas, es el teñido, mediante el cual se le reviste de varios colores.

La elaboración del esparto, de color natural ó teñido, para formar esteras ordinarias, ruedos, capachos, seras y espuertas, empieza con la formación de las llamadas pleitas, ó sean cintas ó fajas trenzadas de unos diez centímetros de ancho; trabajo que se verifica á mano por mujeres. La conversión de estas pleitas en los objetos referidos se reduce á unirlos por sus bordes mediante un simple cosido; operación que corre generalmente á cargo de hombres, y en la que se emplean bramante y agujas de embalar ó saqueras grandes.

Las esteras dichas de cordelillo ó de filete, que constituyen una clase más fina y se asemejan más á las alfombras, se tejen con hilados bastos esparto ó pita de diversos colores, en telares de mano, aplicándose á éstos el mecanismo de Jacquard (véase el capítulo siguiente, dedicado á los tejidos), para formar los dibujos más complicados. Se adopta hoy el procedimiento del tejido en el telar, ora sea con perchadas, ora con el mecanismo referido, para fabricar las ligeras y bonitas esteras de verano, que antes se hacían exclusiva-

mente á mano. Semejantes esteras finas de una y otra clase constituyen hoy un artículo de exportación, enviándose desde Barcelona, Valencia, Alicante y Murcia á Alemania, Holanda, Buenos Aires y Montevideo.

La producción de esteras y otros artículos análogos de esparto es, como hemos dicho, una industria especial de nuestro país, siendo su centro principal Crevillente, pueblo importante y rico de la provincia de Alicante, conociéndose también dicha industria en otros países limítrofes del Mediterráneo, merced á la presencia de dicha planta; pero la esterería se practica también, con otras materias vegetales fibrosas, como palma, pita, caña, juncos, etc., en muchas regiones más ó menos cálidas del globo, desde Méjico y la América meridional, hasta China y el Japón, inclusas ciertas comarcas del Centro y Mediodía de África, como tuvimos ocasión de indicar al principio de este capítulo.

SOMBREROS DE PAJA

El tejido á mano de la paja constituye un trabajo enteramente propio del sexo femenino, y al mismo tiempo el que menos se le disputa á la mujer; pues mientras que la máquina ha invadido ya los antiguos dominios de la encajera y la bordadora, está todavía por inventar un aparato capaz de competir con los ágiles dedos de las tejedoras de paja. Al contrario, se observa en ciertos distritos fabriles de Alemania que muchas mujeres abandonan su antigua ocupación con los bolillos, para dedicarse más ventajosamente al tejido á mano de la paja.

Las mejores pleitas del género proceden de Italia, pues sólo en este país se produce la paja fina y flexible más á propósito. La cuna de la industria pajera es Toscana, cuyos productos, en forma de pleitas, sombreros, gorros, petacas y otros pequeños objetos por el estilo, siguen manteniendo su superioridad sobre los de otros países; desde allí se fué propagando dicha industria gradualmente al Norte de Italia, á Suiza, España, Francia, Alemania, Bélgica, Inglaterra; en una palabra, á todos los países industriales. Pero la fabricación de sombreros de paja en Toscana no es muy antigua, pues sólo en el siglo pasado comenzó á extenderse desde las regiones montañosas por los llanos del Arno, perfeccionándose gradualmente de tal modo, que los sombreros italianos ó florentinos, como solían llamarse, fueron muy celebrados en el extranjero. Desde mediados de nuestro siglo la industria pajera toscana se fué desarrollando cada vez más, y hoy constituye, como veremos más adelante, la ocupación más floreciente de las gentes de aquella comarca.

Después que la fabricación de sombreros de paja se hubo arraigado en las márgenes del Arno, tratóse de sustituir la paja procedente de la trilla de las mieses, que hasta entonces se venía empleando, por un material más fino y

mejor preparado. El cultivo especial que con este motivo se inició sobre los cerros de Sita, fué de la mayor importancia para la industria que nos ocupa, pues determinó para lo sucesivo la producción de una paja tan suave, flexible, resistente, blanca y brillante, que los sombreros hechos con ella eran muy superiores á los que antes se elaboraban con la paja ordinaria. Este nuevo material lo constituyen las cañas de un trigo estival, llamado *marzolano* (fig. 585), porque se siembra en Marzo, y que se cultiva especialmente para el objeto en tierras relativamente ligeras, situadas con preferencia en los cerros y vertientes de las montañas; no se tolera en estos terrenos el arbolado, que interceptaría los cálidos rayos del sol, y se pone siempre el mayor cuidado en extirpar las malas hierbas. Los campos se abonan como corresponde, y se labran con perfección en los meses de Noviembre ó Diciembre; el grano se siembra en Marzo muy espesamente, á fin de obtener muchas y muy esbeltas cañas. A fines de Junio, cuando las espigas se hallan desarrolladas, pero los granos están todavía lechosos interiormente, se arrancan con cuidado las plantas con sus raíces, se dejan durante tres ó cuatro días extendidas sobre el terreno para que aumente su tenacidad, se separan entonces las dañadas ó inservibles, y con las buenas se forman pequeños manojos de 30 á 60 gramos de peso, que se dejan durante dos ó tres semanas expuestos al sol y al rocío, tanto para secar completamente las cañas como para blanquearlas hasta cierto punto. En este estado, se desatan los manojos, extendiendo las cañas sobre el césped, volviéndolas de cuando en cuando y cuidando de protegerlas contra la lluvia. Entonces van llegando los agentes de los fabricantes y demás especuladores, examinando la paja sobre el terreno y comprando las partidas que les convienen. El precio de cada cien manojos (por manojo ó *manata* se entiende un puñado, es decir, lo que cabe en una mano) varía, según la calidad de la paja, entre cinco y nueve pesetas; un hectolitro de grano produce, por término medio, dos mil *manatas* de paja, cuyo valor, á razón de siete pesetas por cien manojos, es de 140 pesetas. Cuando se considera que este producto se obtiene de una superficie cuatro veces menor que la necesaria para producir trigo por su fruto, es evidente que el cultivo de paja es mucho más provechoso que el del grano; sin embargo, el primero es menos seguro que el segundo, pudiendo calcularse que la cosecha se pierde por completo una vez cada seis años.



FIG. 585.—Trigo marzolano.

La paja comprada en bruto se somete á lo que los italianos llaman la *sfila-*

tura, operación que corre principalmente á cargo de niños. El trabajo consiste en sujetar un manojo debajo del brazo izquierdo, con los extremos más finos de las cañas dirigidos hacia delante, ir tirando de cada paja con la mano izquierda hasta que aparezca el primer nudo, y entonces romperla en este punto con la mano derecha, pues sólo se utiliza la parte superior de las cañas en la fabricación que nos ocupa. La parte inferior de los manojos que queda debajo del brazo, ó sean los *codini* (colillos) que dicen los italianos, se vende para servir de cama en los establos. El trabajo de los niños se paga á razón de unos 25 céntimos de peseta por cada kilogramo de paja escogida (*paglia sfilata*) y ésta vale, por término medio, á razón de 2,50 pesetas el kilogramo; cien manojos de paja en bruto dan cerca de tres y medio kilogramos de paja escogida.

Este producto tiene que clasificarse con arreglo al largo y la finura de las paja; pero antes de hacer esto se le somete, por regla general, á la acción del ácido sulfuroso, á cuyo efecto se colocan las pajas en capas cruzadas en un receptáculo herméticamente cerrado, en el cual se quema azufre. Mediante este procedimiento, que dura dos ó tres horas, las pajas adquieren el brillante color amarillo de azufre que caracteriza los productos de la industria pajera florentina. Este azufrado reclama ciertas precauciones, para evitar que la paja resulte con manchitas negras. Una vez terminado, la paja se extiende durante una noche sobre césped, para que vuelva á adquirir cierta tenacidad; y sólo entonces, es decir, después de las diferentes operaciones preparatorias referidas, se halla lista para emplearla en las obras á que se destina.

En los demás países donde se ha desarrollado la industria pajera, se imita en lo posible el sistema de cultivo de los italianos. En todas partes ha demostrado la experiencia que la mejor paja se obtiene en los cerros y terrenos de montes; pero como falta el sol de Italia, en ningún otro país resulta un producto tan fino como allí, y las condiciones meteorológicas tampoco permiten el blanqueo natural, siendo preciso recurrir al artificial. El procedimiento de blanqueo que mejor responde á las exigencias del caso consiste en someter la paja á la acción de una disolución caliente de carbonato potásico, luego á la del ácido sulfuroso en un depósito herméticamente cerrado, y, por último, bañarla en una disolución floja de cloruro de cal.

Antes de proceder á entretejerlas, es preciso clasificar las pajas escogidas y azufradas, porque con pajas desiguales no se pueden hacer pleitas uniformes; y no sólo difieren bastante entre sí por su grueso, sino que su largo suele variar entre 20 y 30 centímetros. Con arreglo á su grueso, los italianos distinguen ocho clases; el trabajo de clasificar se hacía antes únicamente á mano; pero en los últimos tiempos se emplea al efecto una máquina, ahorrando mucho tiempo y mano de obra, si bien es preciso revisar la paja después de pasada por aquélla. El medio clasificador de este aparato lo constituyen varias planchas metálicas agujereadas, que dejan pasar la paja de un

grueso determinado; los agujeros de cada plancha son iguales entre sí, pero su diámetro varía en las diferentes planchas, que se hallan dispuestas horizontalmente á cierta distancia, una sobre otra; las pajas se introducen verticalmente por unos tubitos en la parte superior de la máquina, y merced á las sacudidas continuas que se imprime á las planchas, van cayendo á través de los agujeros con arreglo á su grueso. Con cada clase que se obtiene de este modo se forman otras cuatro clases, según el largo de las pajas. Además, como el grueso de éstas va disminuyendo gradualmente hacia la espiga, y como su color y calidad mejora en el mismo sentido, se dividen en un punto medio, reservando la parte superior, ó *punta*, para las obras más finas, y la inferior, ó *pedale*, para otras más ordinarias; de aquí el término "pleitas de punta,„ aplicado á los géneros de primera calidad.

El entretejido de estas pajas para formar pleitas más ó menos estrechas, constituye todo el arte de su elaboración; pues el trabajo ulterior de coser las pleitas entre sí para formar sombreros, etc., es una labor bastante fastidiosa, pero que no reclama una habilidad especial. Sería muy difícil, cuando no imposible, describir por escrito los diferentes procedimientos seguidos por aquellas hábiles tejedoras para formar las diversas clases de pleitas; sólo podemos decir que para ciertas obras se emplean las pajas enteras, es decir, redondas, prensando después las pleitas formadas; mientras que en otros casos las pajas se dividen primero longitudinalmente en cuatro, siete ó más tiritas, por medio de un instrumento especial. Estas diferencias en el grueso del material, y, por otra parte, las diversas especies de tejido que inventan las mujeres toscanas, dan lugar á una gran variedad en los productos, tanto respecto de su finura como de su forma. Los italianos entregan al comercio, no sólo los objetos acabados (sombreros, etc.), sino también las pleitas sueltas y la paja preparada, pero sin elaborar; y de aquí que la mayor parte de los sombreros de paja, dichos de Italia, que se venden en otros países, se fabriquen en Francia y Alemania con materiales italianos. Por consiguiente, las fábricas de sombreros de paja que hoy se encuentran en muchas ciudades fuera de Italia, no son, en realidad, más que establecimientos en los cuales se cosen simplemente las pleitas italianas ó las que proceden de la Selva Negra (fig. 586) ó los montes de Sajonia, y se planchan ó prensan los artículos cosidos.

La copa del sombrero se cose primero sobre un modelo, sujetando después las alas. Las pleitas se disponen en líneas espirales, con sus bordes juxtapuestos, y éstos se unen, cosiéndolos con hilo fino de seda, de manera que los puntos no sean visibles al exterior. Este trabajo reclama mucha atención y unas agujas muy finas. Para planchar, ó en su caso prensar, la obra cosida, la mano más fuerte del hombre sustituye á la de la mujer, pues las planchas empleadas al efecto son mayores y más pesadas que las que usan los sastres; se suspenden desde el techo del taller sobre la mesa del trabajo, mientras que el som-

brero que se trata de planchar se coloca sobre un modelo de madera, y la operación consiste en dar las correspondientes vueltas al sombrero con una mano, en tanto que, con la otra, se hace peso sobre la plancha caliente, imprimiéndola un movimiento de vaivén.

Por medio de la plancha los sombreros de paja reciben en muchos casos su forma definitiva; pero en otros esta forma se da en prensas de construcción especial, cuyo perfeccionamiento se debe más especialmente á los fabricantes franceses. La fig. 587 representa una de estas prensas, invención de *Mathias* y *Legat*. El molde *F* es de metal y puede calentarse por medio del vapor de



FIG. 586.—Tejedoras de paja en la Selva Negra.

agua; la tapa metálica *C*, que aparece levantada en el grabado, se aplica sobre la parte inferior del sombrero, y se halla construída de modo que permite hacer obrar sobre el interior de éste agua caliente, con una fuerte presión. Al efecto, dicha tapa tiene una plancha de cautchuc que, bajo la presión, se aplica contra el hueco del sombrero, impidiendo que éntre en contacto con éste el agua, que penetra en la tapa por un tubo provisto de un manómetro, *m*, á impulso de una bomba hidráulica, *O P*. Esta bomba se hace funcionar por medio de la palanca *L*, mientras que *M* es sencillamente una manezuela destinada á levantar y bajar la tapa, cuya sujeción se verifica mediante los ganchos que se ven en su borde y los pestillos correspondientes. Se comprende fácilmente que, una vez cerrada la tapa y funcionando la bomba, el agua obliga al cautchuc á aplicarse contra el interior del sombrero, previamente humedecido, haciendo que tome la forma del molde calentado á vapor; forma que

conserva el sombrero después de sacado de la prensa. La operación se verifica con tanta rapidez, que con una sola máquina de este género se pueden formar 400 sombreros en un día de trabajo, mientras que con la plancha no se acaban más de diez en el mismo tiempo.

En cuanto al desarrollo de esta importante industria, los siguientes datos

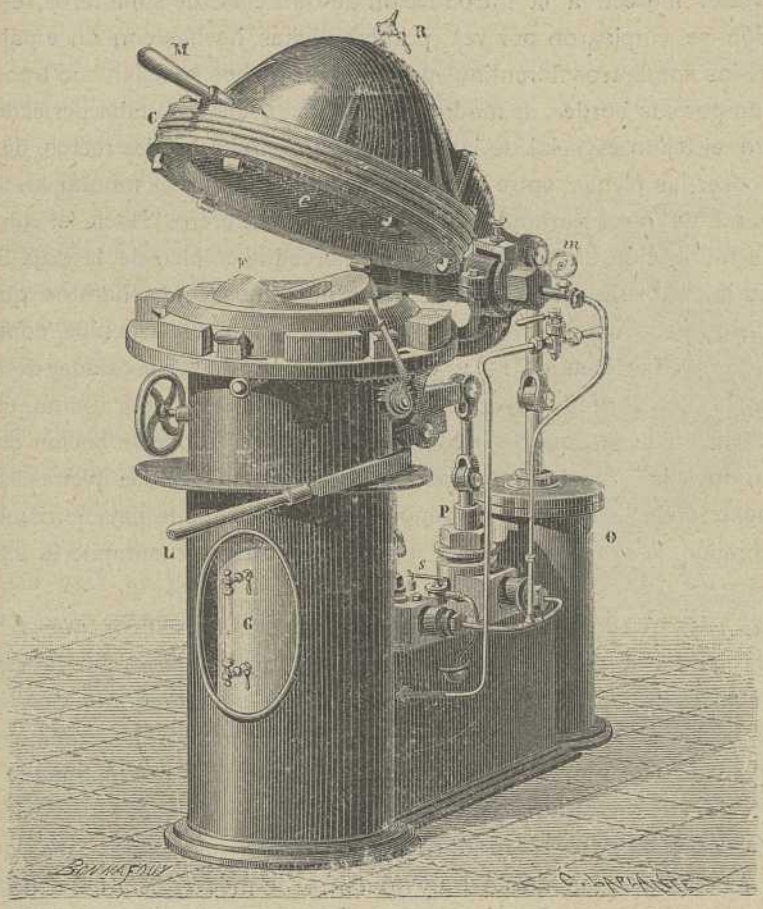


FIG. 587.—Prensa de Mathias y Legat para aprestar sombreros.

no carecen de interés. Su primer período de florecimiento corresponde á los años de 1816 á 1826, cuando sólo se hacían sombreros de ala ancha, como los que llevan todavía las mujeres de campo en Toscana; estos sombreros se llamaron *fioretti*, y gozaron entonces de gran aceptación entre las damas francesas é inglesas, y más adelante entre las de los Estados Unidos. Como en vista de los pedidos crecientes la producción no podía marchar al paso de la venta, crecieron los precios, y con ellos los jornales, de tal suerte que en 1825 las tejedoras de paja más hábiles podían ganarse cinco pesetas diarias; aun los

hombres dejaban sus ocupaciones habituales y se dedicaban á tejer la paja. En vista de esto, la fabricación de sombreros, que antes estuvo limitada á los distritos de Signa y Brozzi, se extendió rápidamente á los de Campi, Prato, Sesto, Carmignano y otros, aumentando la prosperidad de los habitantes; pero en 1826 cesó como por ensalmo tan satisfactorio estado de cosas, sencillamente porque los *fioretti* pasaron de moda. El año siguiente la depresión industrial disminuyó algún tanto, merced á la introducción de otra clase de sombreros, en cuya fabricación se emplearon por vez primera pleitas hechas con once pajas; las pleitas de los sombreros florentinos propiamente dichos se tejían con trece pajas y se unían por sus bordes, de modo que la obra cosida resultaba perfectamente lisa; pero el tejido especial de las once pajas no daba bordes rectos, de modo que al coser las pleitas entre sí hubo necesidad de hacer montar los bordes uno encima de otro, variando el aspecto del sombrero. Hacía el año 1840 recibió la fabricación un notable impulso, merced al empleo de la paja de centeno, con la cual se logró hacer sombreros más finos y más baratos que con la de trigo. Desde entonces fueron apareciendo nuevos artículos, como, por ejemplo, las pleitas lisas de 15 y de 19 pajas, las de labor calada, de bordes dentados, las de adornos en relieve, las de varios colores, y, por último, el tejido de siete pajas gruesas, que se inventó en Inglaterra, donde se hacían ensayos para introducir la industria en cuestión. Pero además de las pleitas de paja propiamente dichas, fueron apareciendo otras en las que la paja se combinaba con el algodón, la seda, los crines y otros materiales, aumentando la variedad de los géneros.

Desde 1855 á 1867, y á pesar de los trastornos políticos que se sucedieron, la industria pajera toscana siguió en auge, alcanzando la exportación de sus productos un valor de 17 millones de pesetas al año por término medio; y en los últimos diez años se ha elevado este valor á 15 millones para la sola provincia de Florencia, de los que la cuarta parte próximamente representa el valor del material. El número de tejedoras de paja en Toscana no baja de 80.000; no trabajan en fábricas, sino en sus respectivas casas, y enseñan su arte á sus hijas desde muy jóvenes, de modo que á los ocho ó diez años de edad pueden también ganar su jornal. Algunas tejedoras elaboran paja de su propiedad por cuenta propia, mientras que otras reciben el material y un sueldo fijo de los *fattorini* ó agentes comerciales, cuya ocupación consiste en vigilar las tejedoras, comprar la paja en bruto y vender los géneros en los mercados del país, ó entregarlos á los fabricantes y casas de comercio que se hallan en relación con el extranjero. La formación ó *acconciamento* de los sombreros y preparación de las pleitas para el mercado se verifica actualmente en más de veinte fábricas importantes, que cuentan con las máquinas más ingeniosas para formar los sombreros de la manera más elegante y rápida, con arreglo á las exigencias tan variables de la moda. Para dar una idea de

estos establecimientos, diremos que el de Becagli Olimpio, en Petriolo, cerca de Florencia (que tiene también una sucursal en París), entrega anualmente 100.000 sombreros y 20.000 pleitas, por valor de unas 40.000 pesetas. Según la finura del material y de la obra varían los precios de los sombreros entre 1,5 y 500 pesetas, y los de las pleitas sueltas entre 1 y 20 pesetas.

Fuera de Toscana, la industria pajera tiene en Italia muy escaso desarrollo; y en cuanto al resto de Europa, sólo se practica en Suiza, Bélgica, Alemania y Francia, también en escala relativamente pequeña. Después de Suiza, el país en que se teje más paja es Sajonia, en cuyas montañas se introdujo la industria el año 1812; según la Memoria de las Cámaras de industria y comercio de Dresde correspondiente al año 1863, existían entonces en el país de 18.000 á 20.000 tejedoras de paja. Las primeras se dedicaban antes á la elaboración de encajes con los bolillos, trabajo que fueron dejando cuando la máquina vino á quitarles, digámoslo así, el pan de la boca. La paja á propósito se cultiva en varias comarcas sajonas, pero se teje siempre hendida ó dividida, pues sólo la de Italia es bastante fina para que puedan emplearse cañas enteras. Las pleitas sajonas, que tienen generalmente 14 metros de largo, se venden en su mayor parte á fabricantes extranjeros. Además, la paja se cultiva y teje en Hannover y Silesia, en cuyo último país la industria se ha arraigado de algún tiempo á esta parte en sustitución de la tejedora propiamente dicha (lino), que ya había degenerado. También en el distrito de Lindau, en Baviera, la fabricación de sombreros de paja con materiales suizos é italianos se ha desarrollado de una manera notable en los últimos tiempos.



FIG. 588.—Bombonaxa.

Sombreros de pita.—Este nombre se aplica indistintamente á sombreros hechos en diversas partes del globo y con diferentes fibras vegetales, siendo los llamados de Panamá los que primero se importaron á Europa, donde estuvieron un tiempo muy de moda. Estos sombreros son producto de los indígenas (indios) de ciertas regiones de Colombia, el Ecuador y el Perú, que los tejen, no con la pita, sino con la vena de las hojas de un palmito llamado *bombonaxa* en dichos países y *Carludovica palmata* por los botánicos (fig. 588). Dicha vena, ó sea la parte fibrosa, se separa en estado fresco, se cuece y luego se seca y blanquea al sol, obteniéndose de este modo muy blanca y flexible.

Los sombreros no se hacen como los de paja, formando pleitas, que se unen con la aguja por sus bordes, sino que su confección tiene lugar más bien como la de una cesta, empezando por el centro de la copa y terminando en el borde externo del ala, de modo que un sombrero constituye, digámoslo así, una sola pieza.

El trabajo, en el que aquellos indígenas se muestran sumamente hábiles, se verifica en los días lluviosos al aire libre (fig. 589), porque en una atmósfera seca la vena pierde bastante de su flexibilidad y no se deja tejer tan fácil-



FIG. 589.—Elaboración de los sombreros de Panamá.

mente. Los sombreros acabados y en estado algo húmedo se doblan y arrollan de modo que el centro de la copa sobresale á manera de pico, y en esta forma se encierran en cajas y exportan.

La gran aceptación que tuvieron un tiempo en Europa los sombreros de pita ó Panamá legítimos, dió lugar á muchas imitaciones, así como á la importación de géneros análogos de otros países tropicales, tejidos con las fibras de varias plantas, como la *Sabal mexicana*, la *Corypha inermis*, la *Thrinax argentea*, la *Livistonia australis*, la *Licuala peltata*, nuestro palmito *(Chamaerops humilis)* y otras varias. Pero la bombonaxa ofrece un material superior á todos éstos, porque sus fibras, no sólo tienen un hermoso color blanquizo, que siempre se les puede devolver lavando el sombrero con agua y jabón, sino que presentan una resistencia extraordinaria á las influencias atmosféricas y se dejan doblar y arrollar sin quebrantarse.



ELABORACIÓN DE LAS FIBRAS TEXTILES

FILATURA

Apuntes históricos. — Materias textiles: lana; seda; su producción y elaboración; algodón, lino, cáñamo, yute, ortigas, cáñamo de Manila, pita, etc.—Falsificación de materias textiles.—*Filatura*. Husos de mano y tornos de hilar.—Historia de la filatura mecánica; Hargreaves y Arkwright.—Filatura mecánica de algodón.—Batidores, cardadoras, máquinas de doblar y estirar, hilanderas mecánicas.—Filatura mecánica de la lana.—Idem del lino y la estopa.—Idem del cáñamo.—Idem del yute.

La importante cuestión del vestido en los climas fríos é inclementes fué, de seguro, una de las primeras que incitaran la inventiva humana. En los tiempos primitivos, las pieles de los animales muertos por el hombre en

la caza ó en defensa propia, desempeñaron el papel principal como materiales para vestir, cual sucede hoy entre los habitantes de las regiones polares, que se visten con pieles de rengífero y foca, cosidas con los tendones de estos animales. La oveja, fácil de domesticar, brindó con su vellón un abrigo muy apreciable, y es probable que dicho animal diera motivo á que el hombre aprendiera á utilizar los pelos sueltos para sus vestidos, recogiendo los copos de lana que se desprendían, y formando con ellos una especie de fieltro, por un procedimiento tan primitivo como el que practican todavía los calmucos y



FIG. 590.—Modo de hilar y tejer en la Guinea superior.

hemos descrito en la introducción general á esta obra (véase el tomo I, pág. 69). Otro progreso notable realizó el hombre cuando aprendió á convertir en hilos diferentes materias fibrosas, torciéndolas; pero tardó todavía mucho en idear para la formaación de semejantes hilos el aparato que llamamos telar, contentándose sin duda con hacer obra de malla ó de punto por medio de agujas más ó menos toscas. Las pleitas que todavía forman á mano con juncos, pita y fibras corticales muchos pueblos bárbaros, dieron tal vez lugar á que el hombre concibiera la idea de convertir sus hilados primitivos en tejidos análogos, y entonces pudo ocurrírsele el sujetar paralelamente cierto número de hilos largos, y entretejerlos transversalmente con otros, procedimiento que constituye la base del arte de tejer á máquina. Aunque el presente capítulo lo consagramos en especial á la filatura, se asocia tan íntimamente este arte con

la tejeduría, que no cabe separarlas en la breve reseña histórica que sigue.

Respecto de los medios empleados en tiempos prehistóricos para hilar y tejer, sólo podemos juzgar por analogía, es decir, estudiando estas industrias tal como las practican hoy varios pueblos más ó menos bárbaros, africanos é indios, y es muy probable que sus procedimientos y artefactos (fig. 590) nos ofrezcan una imagen bastante fiel de los que usaron primitivamente. En la India, y por medio de un telar rudimentario, digámoslo así, formado con algunas cañas de bambú, se tejen hoy telas sumamente finas; de modo que cuando oímos hablar de los preciosos tejidos que se elaboraban en Babilonia en una época poco menos que prehistórica, no debe inferirse, ni es siquiera presumible, que fueran muy perfectos los medios por entonces empleados. A juzgar por los relieves y pinturas de sus vetustos monumentos, así como por algunas telas recientemente encontradas, los antiguos egipcios fueron tan hábiles en la hilatura como en la tejeduría; usaban telares de diversa construcción, y producían telas de diferentes clases y colores, hechas con algodón, lino y lana, que empleaban para hacer sus prendas de vestir, ropa de cama y mesa, colgaduras, etc. Las momias egipcias se envolvían con fajas muy largas de lienzo fino, que en muchos casos se han conservado perfectamente, ofreciéndonos el medio de apreciar el modo cómo se tejían y de admirar la finura de los hilados. Según Herodoto, el *byssus*, que mencionan repetidamente los antiguos escritos de los pueblos asiáticos y egipcios, era un tejido raro y precioso, que hasta una fecha reciente se creía hecho con algodón; pero el examen microscópico y micrométrico de la tela de byssus, usada en la envoltura de ciertas reliquias egipcias, ha demostrado que sus fibras tienen la mayor analogía con las de algunas especies de ortiga.

Los chinos hilan y tejen desde tiempo inmemorial, siendo probable que sigan actualmente, con ligeras modificaciones, los mismos procedimientos que practicaban hace miles de años. En la India, la cría de varias especies de ovejas y cabras de pelo largo y finísimo dió lugar antiguamente al desarrollo de una industria especial, cuyos productos admiramos todavía en los chales de Cachemira; y lo mismo que en todo el Asia Menor, alcanzó mucha perfección el arte de tejer entre los fenicios, cuyas telas para vestir, alfombras y colgaduras constituían artículos predilectos del comercio antiguo. En las regiones del Mediterráneo, la cuna de nuestra civilización, dicho arte era muy estimado, y cuando Homero quiere pintarnos la felicidad de una casa bien arreglada, nos habla de las mujeres, tanto las principales como las esclavas, ocupadas con el huso y el telar; aun durante la boda de su hija, Helena no deja de hilar, y Penélope, desconsolada, se entretenía tejiendo, aguardando el regreso de su esposo. El material que elaboraban principalmente los antiguos griegos era la lana; es verdad que se hilaba y tejía el lino, pero las prendas de lienzo las llevaban más bien las mujeres, como adorno, y costaban muy caras. Se celebraba

mucho el lino de Achaja, estimándose también por su finura las telas de la isla de Cos. La seda y el algodón se introdujeron en Grecia, á lo que parece, después de la conquista de Persia por Alejandro. No existía por entonces mucha variedad en los tejidos mismos, aunque sí en sus colores y dibujos; pues como ya dijimos en el tomo V de esta obra, se practicaba ya la tintorería y estampación en Egipto. Las heteras se vestían con telas de colores vivos, mientras que las prendas de las demás mujeres griegas eran mucho menos llamativas. La tejeduría era una industria casera y no constituía un oficio propiamente dicho, aunque sí existían aprestadores y batanadores de oficio.

En Roma fueron análogas las condiciones mientras duraron las costumbres sencillas de la República; pero con el acrecentamiento del poder crecieron también la riqueza y el lujo; aparecieron las telas de color, y en aquella floreciente metrópoli nació la moda, ese fantasma que ejerce sobre el hombre mayor influencia que la sed y el hambre. Al principio consideraron los romanos como afeminado el uso de las telas de algodón, y las de seda eran muy caras; aún en el año 274 de nuestra Era el emperador Aureliano prohibió su empleo; pero en el siglo IV se habían abaratado tanto, que hasta las gastaban las clases inferiores de la sociedad.

No sólo en Grecia y en Roma, sino en todas partes de Europa donde se hilaba y tejía, eran en lo antiguo estas ocupaciones puramente caseras y propias de la mujer; y este estado de cosas se mantuvo durante muchos siglos. "Nuestras mujeres, que respecto del trabajo son nuestras servidoras, tienen que preparar la lana y el lino y hacer la ropa„: esto se lee en una Ordenanza de Carlomagno, quien llevaba prendas hiladas y tejidas por su esposa y sus hijas, y que condenaba enérgicamente el lujo en el vestido. Es verdad que por entonces se apreciaban mucho los bordados artísticos, y las mujeres principales eran muy aficionadas á bordar, revelando á veces en este arte singular maestría; pero se distinguía estrictamente entre los vestidos de fiesta, ricamente adornados y que se conservaban con cuidado en las familias, pasándolos de padres á hijos, y los vestidos sencillos que se llevaban diariamente. Para éstos, cada familia preparaba los hilados y las telas que necesitaba; y Carlomagno tenía en sus quintas *gineceos*, ó sean casas especiales en las que se reunían las hijas de sus siervos bajo la dirección de un ama ó mujer de gobierno, para hilar, tejer y hacer ropa.

En los monasterios, que tanto contribuyeron durante los primeros siglos de la Edad Media á propagar las artes útiles, las de hilar y tejer se practicaban con asiduidad, tomando más y más el carácter de oficios; en el siglo IX el monasterio de Constanza, por ejemplo, tenía sus abatanadores y sus sastres, y las albas de lienzo del convento de Raitenbach, en Alemania, debieron ser muy hermosas, puesto que, según un documento del año 1070, todos los años se enviaba cierto número de ellas á Roma. Cuando el desarrollo de las

ciudades dió lugar á la formación de los gremios, los de los tejedores y de otras ramas industriales anejas se contaban entre los más importantes; casi todas las antiguas ciudades de Alemania tienen su *Webergasse*, es decir, su callejón de tejedores. Ya en el año 959 varios tejedores de Regensburgo (Baviera) fueron llamados á Flándes, pues eran célebres las telas de lana que en dicha ciudad se producían. La filatura de la lana y el tejido de paños se desarrollaron más especialmente en los Países Bajos; las capas del Friesland constituían regalos de honor entre las personas principales, refiriéndose que Carlomagno envió una de ellas á un soberano persa. La vecindad de Inglaterra contribuyó no poco á la prosperidad de la industria lanera neerlandesa; en Amberes, Brujas, Dordrecht y Malinas se celebraban anualmente grandes ferias para la venta de sus productos, y en la segunda de dichas ciudades hubo un tiempo en que nada menos de 50.000 personas se hallaban dedicadas á dicha industria. Los paños del Friesland eran conocidos en todas partes, proporcionando fama y riquezas á sus fabricantes; y aun las crónicas del siglo XII hablan de los tejedores de paño neerlandeses como "una gente arrogante y descarada„, porque, celosos de su independencia, siempre se encontraban en las primeras filas cuando se trataba de mantener las libertades cívicas contra las pretensiones de los privilegiados.

Mas no fueron sólo las telas de lana objeto de la industria tejedora en el Norte de Europa durante la Edad Media; ya los romanos supieron apreciar los lienzos que producían las mujeres germanas, y que entretejían á veces con hilos de oro; y andando el tiempo, se fué desarrollando el hilado y la tejeduría del lino, primero en los Países Bajos y Westfalia, y después en Hessen, Turingia, Bohemia, Sajonia y Suabia. En este último país, dicha industria, y el cultivo del lino que entrañaba, alcanzaron grandes proporciones en el siglo X, siendo Ulma y Augsburgo centros muy florecientes de una y otro. A mediados del siglo XV había en esta ciudad importantes establecimientos de blanqueo, y cincuenta años más tarde se contaban en ella 700 telares. Además del lino, se elaboraban el algodón y la seda, importados de Italia, y también las fibras de la ortiga; y en 1403 ya se tejían galones y cintas. La célebre casa alemana de los Fugger, conocida en España (con el nombre de Fúcar) por haber tenido en arrendamiento las minas de Almadén (1614 á 1634), y que fué ennoblecida en el siglo XV, tuvo por cabeza, á principios del siglo XIV, un maestro tejedor de Augsburgo; y sus inmensas riquezas, fruto de sus empresas industriales, dieron motivo á que Carlos V, al ver en París el tesoro del rey de Francia, exclamara: "Tengo en Augsburgo un tejedor de lino que podría comprar todo esto al contado.„

La importancia que en otros países europeos se atribuía á las industrias de que tratamos, se deduce de los perfeccionamientos realizados de vez en cuando en los procedimientos técnicos, así como de los esfuerzos hechos para mejorar

la calidad de las primeras materias. Si hemos de creer á algunas autoridades, á este fin responde la introducción en España, por los moros, del ganado merino; pero sea de ello lo que fuere, lo cierto es que las lanas francesas y alemanas se mejoraron notablemente mediante la cría de dicha raza y su cruce con otras razas europeas. También la filatura y tejeduría de la seda alcanzaron un desarrollo notable en nuestro país, merced á la cría del gusano, que iniciaron los árabes; pero mientras, en siglos posteriores, la industria sedera fué degenerando en España, se arraigó cada vez más en Francia desde fines del siglo XV; sólo en la ciudad de Lyon existían el año 1683 unos 12.000 telares sederos, y á fines del siglo pasado producía Francia anualmente cerca de 750.000 kilogramos de seda, por valor de unos cuarenta millones de francos.

Pero ninguna de las materias textiles ha ejercido una influencia tan poderosa sobre las industrias que nos ocupan, como el algodón, desde que su cultivo se desarrolló en los Estados Unidos. Los árabes fueron los primeros en cultivarlo y elaborarlo en Europa, y ya Abu-Abdallah envió á Carlo Magno, como regalo, telas de algodón que se habían tejido en España; bajo Abderrahman, la industria algodonera se desarrolló cada vez más; en el siglo XII fué muy floreciente, practicándose con gran actividad en Granada durante el siglo XIV, y ya en el XIII tenían los cristianos importantes manufacturas de algodón en Barcelona. También á los árabes debe Italia la introducción del algodón en su país (Sicilia), alcanzando su industria un desarrollo notable en Venecia durante los siglos XIII y XIV, y propagándose desde esta república á otras comarcas italianas, á Suiza, Alemania, Holanda é Inglaterra, en cuyo último país empezaron la filatura y el tejido del algodón en tiempos de Enrique VIII. Pero este lento desenvolvimiento carece de importancia cuando se compara con el de la industria algodonera moderna angloamericana que, si contribuyó un tiempo á mantener la esclavitud y dió lugar á una de las guerras fratricidas más sangrientas que registran nuestros anales, ha fomentado, en cambio, la ciencia y las artes técnicas, así como la prosperidad de muchos pueblos.

En las páginas siguientes tendremos ocasión de ampliar estos apuntes históricos, que suspendemos ahora para ocuparnos más detenidamente de la filatura, y, en primer lugar, de la preparación de las materias que se convierten en hilados.

MATERIAS TEXTILES

Las principales de estas materias corresponden á los reinos animal y vegetal. Es verdad que el vidrio fundido se deja estirar en forma de hilos sumamente finos y flexibles, que son susceptibles de tejerse; mas no es fácil que lleguen á utilizarse en la confección de vestidos, salvo acaso para el adorno de

ellos; y si bien en varias Exposiciones hemos visto brillantes sombreros y chalecos formados con vidrio tejido, nadie, que sepamos, ha manifestado el deseo de llevar semejantes artículos. Antiguamente, en la tejeduría de diversas telas y tapices, desempeñaban cierto papel los finísimos hilos de oro y plata, y en la actualidad se emplean también, ó bien los de cobre dorado ó plateado, en la fabricación de galones, cintas, flecos, etc., y también en ciertos tejidos de seda destinados al vestido; pero no podemos considerarlos como materias textiles propiamente dichas. Otro material perteneciente al reino mineral es el asbesto ó amianto, cuyas fibras incombustibles se utilizaban antiguamente, según Plinio, para hacer mortajas, á fin de que las cenizas de los cadáveres que se quemaban no se mezclaran y confundieran con las de la leña; pero también dice ese autor que semejantes telas eran tan costosas como perlas. Hoy se hacen cuerdas y tejidos de asbesto en combinación con lino, que resultan muy útiles en ciertos procedimientos técnicos; pero su empleo es limitado y basta mencionarlos en este sitio.

El reino animal, en cambio, nos ofrece varias materias textiles de la mayor importancia, como la lana de la oveja y del guanaco ó llama; los pelos de diferentes especies de cabra del Tibet y la América meridional, del camello, caballo, liebre, conejo, vaca, ternera, y también del perro de lanas. El mundo de los insectos, en el cual tanto se hila y teje, sólo nos proporciona una materia textil de verdadera utilidad, ó sea la seda.

Los productos textiles más importantes del reino vegetal son, como saben nuestros lectores, el algodón, el lino y el cáñamo; pero además, son numerosas y diversas las fibras procedentes de tallos, troncos, cortezas, hojas y frutos de diferentes plantas, algunas de las cuales ya se aprovechan en la filatura, mientras que otras se utilizarán tal vez algún día. Entre ellas mencionaremos el *yute*, ó sean las fibras corticales de una planta de la India; varias especies de ortiga; el llamado cáñamo de Manila, procedente de algunas especies del género *Musa*, y la pita ó agave, el liber de cuyas hojas da fibras muy resistentes, con las que se hacen cuerdas y tejidos varios.

Lana.—Las diferentes razas y variedades de la oveja se distinguen, entre otras cosas, por lanas de condiciones muy diversas, que varían también según el clima, el alimento y el cuidado que se pone en la cría. La oveja que vive en regiones montañosas ó relativamente elevadas es de índole distinta de la que se cría en las llanuras bajas; y sobre la base de la configuración orográfica se establece una división fundamental del ganado ovejuno, distinguiendo la oveja de monte, á cuya clase corresponde la nuestra, la oveja común de Alemania, y las razas finas resultantes del cruce de ambas, y la oveja de la llanura, que comprende las razas inglesas, de lana larga, y las de las comarcas bajas de Holanda, el Norte de Alemania y Hungría.

No se ha descubierto aún un animal que pudiera considerarse con toda

seguridad como la verdadera oveja silvestre; pero es posible que la oveja doméstica sea descendiente del *mufflon*, animal silvestre que se encuentra en las montañas de Córcega, Cerdeña, Grecia, el Asia Menor y las regiones costaneras del Norte de Africa, desde Trípoli á Marruecos. Es verdad que el mufflon no está cubierto de una lana propiamente dicha, sino que su pelo es más bien corto y tieso; pero cuando el animal se domestica, desaparece gradualmente ese pelo, y se desarrolla entonces de una manera extraordinaria otro más fino y corto, que en el estado silvestre apenas se nota. Esta transformación se verifica más pronto en el macho que en la hembra, y la naturaleza de su vellón influye más en su descendencia que la de su consorte: hecho que concuerda con la experiencia en la cría de otros animales. La lana de las ovejas procedentes de una hembra de lana basta y un macho de lana fina, no resulta de una calidad intermedia, sino que se asemeja mucho más á la del macho; y el cruce de semejante oveja mixta con otro macho de vellón fino, da por resultado una lana todavía más fina, hasta que, al cabo de seis á ocho generaciones, se obtienen ovejas cuyo vellón es enteramente igual, por su calidad, al del macho primitivo. En cambio, si la cría de la oveja se descuida, vuelven á aparecer en breve tiempo, en medio de la cubierta lanosa, los pelos cortos y tiesos que tanto temen los fabricantes. Esto explica la importancia que se atribuye en la cría á los buenos carneros padres, y los precios elevadísimos que éstos alcanzan á veces; en 1883, por ejemplo, un conocido ganadero de Australia, llamado Gibson, vendió un carnero padre, de quince meses, por la crecida suma de 18.750 pesetas; precio plenamente justificado después, en vista de los resultados obtenidos por el comprador, que era otro ganadero inteligente.

El valor y la aplicación técnica de la lana lo determinan sus propiedades principales, como la finura, suavidad, flexibilidad, uniformidad, resistencia, elasticidad, color, brillo, largo y rizado. Otra propiedad de la lana, ó sea la de fieltrarse, puede promoverse por medio de la humedad, el calor y el tratamiento mecánico, ó bien puede impedirse mediante estos dos últimos agentes. Con arreglo, pues, al objeto que se propone, hay que escoger la lana más á propósito; y según esto, se distingue la lana corta ó de cardeo, que se presta más especialmente á la elaboración de tejidos á manera de paños abatanados y de superficie afelpada, y la lana larga ó estambre, que se emplea en el tejido de telas lisas, en cuya superficie se distinguen perfectamente los hilos. Por consiguiente, para la elaboración del hilo destinado á la manufactura de paños, franelas, frisas, etc., se toman siempre las lanas finas, cortas, muy rizadas, que se dejan abatanar ó fieltrar; mientras que para hilados que se destinados á las telas llamadas merino, tibet, cachemira, muselina de lana, bombasina, etc., se emplean estambres lisos, más ó menos blandos, y en parte también estambres fuertes. Ciertas telas mixtas, es decir, con urdimbre de lana y trama de seda

ó algodón, reclaman lanas blandas; mientras que otras necesitan las lanas inglesas ó australianas, largas y duras.

Para que nuestros lectores se formen una idea aproximada de la producción de la lana en el mundo, que depende, en primera línea, del desarrollo de la cría del ganado ovejuno en los diferentes países, hemos reunido los siguientes datos estadísticos; debiendo advertir que en muchos casos, especialmente fuera de Europa, los números están basados, como es natural, en meras apreciaciones de personas competentes:

PAÍSES	OVEJAS	PAÍSES	OVEJAS
Rusia	50.000.000	*Suma anterior*	191.800.000
Gran Bretaña é Irlanda	29.000.000	Dinamarca	1.500.000
Francia	25.000.000	Holanda	900.000
España	22.500.000	Bélgica	600.000
Austria-Hungría	21.000.000	Suiza	500.000
Alemania	19.000.000		
Italia	9.000.000		195 300.000
Rumanía	5.000.000		
Portugal	2.700.000	América del Norte	50.000.000
Servia	2.700.000	América del Sur	100.000.000
Grecia	2.500.000	África	40 000.000
Suecia	1.700.000	Australia	90.000.000
Noruega	1.700.000	Asia	100.000.000
Suma y sigue	191.800.000	TOTAL	575.300.000

Así como en Europa la producción de lana es más considerable en los países que tienen extensos campos de pasto, como Rusia, Polonia, Hungría, Inglaterra, etc., por la misma razón se ha desarrollado en otras partes del globo, como el Mediodía de Australia y la Nueva Zelanda, el Cabo de Buena Esperanza y ciertas regiones de América, especialmente la cuenca del río de La Plata. La cría de la oveja en Australia empezó el año 1788 con la introducción de sólo 28 cabezas, procedentes de Inglaterra, y hoy, al cabo de cien años, se cuentan allí unos noventa millones de ovejas, y en 1885 se exportaron de las diferentes colonias australianas la respetable cantidad de 206.600.000 kilogramos de lana. En los Estados de La Plata (República Argentina) también ha aumentado considerablemente la producción de lana de treinta años á esta parte, pues mientras en 1860 no pasó de siete millones de kilogramos, en 1885 se elevó la exportación á 128.390.000. En cambio, desde que allende los mares se vienen aprovechando para la cría del ganado extensos terrenos, que antes yacían completamente yermos, ha ido disminuyendo la producción lanera en Europa; Alemania, por ejemplo, produjo 33.300.000 kilogramos de lana en 1865

y sólo 24.500.000 en 1886, habiéndose reducido el número de sus ovejas, desde 28 millones en la primera fecha, á 19 millones en la segunda. Actualmente la producción total anual de lana en Europa se eleva á 318 millones de kilogramos, de los que corresponden á España unos 30.000.000; mientras que de Australia, la República Argentina, Uruguay, el Cabo, la India, etc., se importan anualmente unos 440, y los Estados Unidos producen además cerca de 140.

Debemos hablar en este sitio de la *borra de lana*, que en tiempos recientes ha dado lugar al desarrollo de una nueva rama de la industria lanera. Los trapos de lana que constituyen la primera materia para la producción de dicha borra, se clasifican primero con arreglo á su color, y luego según que correspondan á telas abatanadas ó sin abatanar, ó telas de punto, etc., y entonces se cortan con la tijera los botones y las cintas que aún pudieran llevar, así como las costuras. Estos trapos, en estado seco ó húmedo, se despedazan ó rasgan por medio de una máquina especial de desgarrar, hecho lo cual se cardan. Mas como estas operaciones mecánicas no bastan para quitar completamente el polvo y suciedad, que representa, por término medio, un 40 por 100 del peso, elevándose á veces hasta un 70, es preciso lavar los trapos, tanto antes como después de desgarrarlos. Según las diferentes clases de trapos, se obtiene, como es consiguiente, diversas clases de borra, distinguiéndose, en general, la larga y la corta. También se aprovechan para obtener este producto los trapos de tejidos mixtos ó compuestos de lana y algodón ó lino; pero en este caso es preciso separar las materias vegetales por la vía química, lo que se verifica mediante la llamada carbonización, esto es, sometiendo los trapos á la acción del ácido sulfúrico ó clorhídrico diluído, ó bien á la de los vapores de este último, merced á la cual los hilos de algodón y lino se carbonizan, separándose en forma de polvo durante las operaciones siguientes; al baño de ácido sigue uno alcalino para la debida neutralización, y luego se lava bien la borra con agua.

Durante la época en que subieron considerablemente los precios de las primeras materias textiles, la producción de las borras (las hay también de seda y algodón) alcanzó un desarrollo increíble, estableciéndose al efecto fábricas especiales en muchos países europeos y de América. Mas desde que dichos precios volvieron á normalizarse, ha ido decayendo la industria borrera, digámoslo así; y si, como es probable, los precios de dichas primeras materias siguen tan bajos como lo están, ó sufren una reducción mayor, pudiera suceder que esa industria desapareciera de la escena. Semejante desenlace no sería de lamentar, pues el empleo de las borras en la manufactura de tejidos da lugar siempre á falsificaciones difíciles de descubrir, y al engaño consiguiente, y sólo se justifica en obsequio de las clases menesterosas de la sociedad, cuando la lana escasea y adquiere un precio demasiado crecido.

Seda.—En su estado crudo, la seda es esencialmente una secreción propia de ciertas orugas, que utilizan éstas para formar su capullo cuando han de convertirse en ninfas. La mariposa cuya oruga produce la mejor seda, llamándose, por lo mismo, "gusano de seda„ es el *Bombyx mori* (fig. 591), originario de la China, pero que hace tiempo se halla aclimatado en Europa, especialmente en Italia, España y Francia. Su oruga se alimenta exclusivamente con las hojas de morera, pero existen en Asia otras mariposas del mismo género, ó sea del grupo de los bombices, cuyas orugas también producen seda, y se alimentan con las hojas de otras plantas, como ciertas especies de roble, el *Zizyphus vulgaris*, el *pipni* y el ricino. En Francia se ha ensayado, aunque con éxito poco satisfactorio, la aclimatación de dos de estas orugas: la del *Bombyx Cynthia*, que se cría sobre el ricino común y produce en varias partes de la India una seda no muy hermosa á la vista, pero muy resistente; y la del *Bombix mylitta*, que procede de Bengala, se alimenta con las hojas del roble común (*Quercus sessiliflora*), y produce una seda fuerte de hermoso brillo. También en Wurtemberg y en Austria se ha tratado de aclimatar la oruga del *Bombyx Yamamay*, procedente del Japón, donde se cría sobre varias especies de roble (*Quercus alba*, *dentata* y *serrata*) y come también las hojas del roble común; pero si bien sus capullos resultan muy grandes y su seda es muy fuerte, es poca la cantidad de ésta, siendo en extremo difícil desdevanar ó cogerla. La enfermedad del gusano de la seda, que se desarrolló en Europa por los años 1850 á 55, unido al consumo cada vez creciente de su producto, dieron lugar á una subida considerable de precio, que



FIG. 591.—Gusano de la seda y sus transformaciones.

duró hasta 1876, y motivaron el aprovechamiento de trapos para producir la borra de seda.

La seda procede originalmente de la China, donde se empleaba ya dos mil años antes de nuestra Era; pero aunque la conocían los antiguos griegos y romanos, nadie se daba cuenta de su verdadera naturaleza, predominando la creencia de que crecía sobre los árboles. La solución del problema se debe á unos monjes griegos, que en el siglo VI trajeron del Oriente á Constantinopla, encerrados en sus báculos huecos, unos cuantos huevos del gusano de la seda. Dos siglos más tarde los árabes introdujeron en España la cría de dicho gusano, que se extendió también por Italia, merced á las Cruzadas, y se implantó en Francia en el siglo XV. En la actualidad, cuando nuestras criadas visten de seda y se emplea hasta para cubrir los paraguas, parece increíble que el emperador romano Aureliano negara á su esposa un vestido de seda, por ser demasiado costoso; que Carlo Magno sólo se permitiera el lujo de adornar con unas tiras de seda su manto imperial, y que, como refiere una crónica, cierto rey de Escocia tuviera que pedir prestadas unas medias de seda para recibir dignamente al rey inglés, porque no tenía dinero bastante para comprarlas.

La mariposa de la seda, que sólo alcanza el ancho de unos cuatro centímetros entre las puntas de sus alas abiertas, y es de un color blanco sucio, pone de 200 á 300 huevos azulados, de los que salen otras tantas orugas muy voraces, que crecen rápidamente, mudan cuatro veces la piel, y se transforman entonces en ninfas ó crisálidas. Si se quiere criar con éxito el gusano de la seda, es preciso disponer de una pieza bien ventilada, que pueda mantenerse á la temperatura de 22 grados y con cierta humedad, así como de hojas frescas de morera en abundancia, pues se calcula que 10.000 orugas consumen, hasta su transformación, unos 250 kilogramos de ellas. La cría se verifica en grandes anaquelerías, abiertas por todos lados (fig. 592), colocando las orugas sobre las hojas de morera, extendidas sobre zarzos; es preciso renovar el alimento con frecuencia, pues á medida que crecen, las orugas devoran cada vez más; y como al mismo tiempo es necesario cuidar con esmero de su limpieza, lo más sencillo es colocar directamente sobre la cría, en los anaqueles, nuevos zarzos ó enrejados claros de mimbre ó caña, cubiertos con hojas frescas, y dejar que las orugas suban por los intersticios en busca de su alimento, lo que permite retirar los zarzos inferiores y limpiarlos. Al cabo de seis á siete semanas se nota cierta inquietud en las orugas; corren de acá para allá, buscando el sitio más á propósito para formar su capullo, hasta que por fin empieza esta interesante operación. Posee la oruga, á los lados de la cabeza, dos glándulas que segregan un líquido pegajoso, que se solidifica al contacto del aire, constituyendo la seda, y pasa, al salir, por un orificio del labio inferior (hilera), que es el que da la forma al hilo. La oruga exprime una gota de

dicho líquido, que se adhiere á un objeto inmediato, y mediante un movimiento de vaivén de la cabeza, empieza á hilar, envolviendo su propio cuerpo con el hilo; el primer día constituye la envoltura un tejido irregular, pero en los días siguientes se va arrollando el hilo con más uniformidad, hasta que, al cabo de una semana, queda terminado el capullo, que tiene el tamaño de un huevo



FIG. 592.—Cría del gusano de la seda.

de paloma (véase fig. 591), quedando encerrada en su interior la crisálida, y se opera su transformación en mariposa, que dura de dos á tres semanas.

Tratándose de la cría industrial del gusano de la seda, ó sea de la sericultura, el desarrollo de la mariposa sólo se permite en la medida suficiente para obtener huevos para la cría del año siguiente; pues para que la mariposa pueda salir del capullo, es necesario que se abra paso, lo que consigue mediante un líquido acre que segrega, y tiene por efecto descomponer el hilo de seda, inutilizándolo en parte. Por esto se retira de las anaquelerías la mayor parte de

los capullos para obtener la seda, como explicaremos luego, dejando sólo los que han de dar las mariposas necesarias. Aparecidas éstas, y después del pareo entre machos y hembras, se colocan estas últimas sobre hojas de papel, en cuya superficie depositan sus huevecitos, los cuales se conservan en sitios frescos hasta el desarrollo de las hojas de morera, y entonces, para que nazcan las orugas, se llevan á una pieza cuya temperatura se eleva gradualmente hasta 27 ó 28 grados.

Los capullos destinados á producir la seda, y que se componen cada uno de un solo hilo de 350 á 1.000 metros de largo y de cuatro centavos de milímetro de grueso, por término medio, se retiran de las anaquelerías ocho ó diez días después de formados, y para matar las ninfas que encierran se someten á un calor de 60 á 75 grados en un horno, ó bien exponiéndolos al vapor de agua, cuyo último método es mucho más expedito. Después se dejan algunas horas en las mismas cestas, envueltas en telas de lana, por ser beneficioso el efecto del calor, y entonces se extienden los capullos sobre grandes mesas, volviéndolos á menudo hasta que están completamente secos. En este estado, se ostentan diversos colores, pues hay capullos blancos, rosados, anaranjados, verdosos y amarillos, y debe procederse á su clasificación, primero con arreglo al color, y luego según la calidad. Los capullos de primera clase, ó sean los más ricos en seda, más finos y lustrosos, se destinan á los hilados de urdimbre; los de calidad mediana se reservan para los hilados de trama, mientras que los más pequeños y ligeros, con hilo relativamente grueso, dan la seda dicha de pelo. Los numerosos capullos que resultan más ó menos dañados, entre ellos los manchados por haberse podrido la ninfa en su interior, los perforados ó abiertos por las mariposas, los capullos dobles, es decir, en que se han encerrado dos orugas, y resultan, por lo mismo, deformes, y los dañados por la humedad, se aprovechan para producir el llamado cadarso. Hecha esta clasificación, se echan los capullos en calderas con agua caliente hasta los 70 á 75 grados, á fin de que se disuelvan las materias grasas y resinosas que revisten el hilo de la seda.

La operación siguiente, que consiste en desdevanar los capullos y devanar la seda cruda para obtenerla en forma de madejas, es un trabajo difícil, que reclama el mayor cuidado y manos muy hábiles, y se verifica en establecimientos especiales. Con arreglo al procedimiento antiguo, que se practica todavía generalmente en Francia y España (Valencia, Murcia y Cataluña), y de que da idea la fig. 593, los capullos se colocan en una serie de pequeñas calderas llenas de agua, que se mantienen á una temperatura conveniente mediante el vapor. Detrás de cada caldera se sienta una mujer, que empieza por buscar la extremidad del hilo de los capullos, fustigando éstos ligeramente en el agua con una escobilla formada con ramitas de abedul, en cuya operación se desprende alguna seda en forma de cadarso. Encontrados los cabos de varios

capullos, procede la mujer á reunir de tres á ocho de ellos, y á veces hasta veinte, pasándolos juntos á través de un fino anillo de vidrio sostenido sobre la mesa delante de la caldera, y llevando los hilos sobre unos ganchitos suspendidos en alto, hasta sujetar los cabos á la devanadera situada á su espalda. Como indica nuestro grabado, á cada caldera corresponde una devanadera,



FIG. 593.—Desdevanado de los capullos de seda.

sujeta sobre un árbol horizontal común, que se hace girar á máquina; la devanadera tiene cuatro, seis ú ocho brazos; su diámetro varía entre uno y dos metros, y su ancho entre 25 y 67 centímetros, según que esté destinada á formar dos ó cuatro madejas á un tiempo. Las guías para los hilos están suspendidas en dos varillas horizontales que se mueven continuamente de un lado para otro en el sentido de su longitud, á fin de evitar que los hilos, todavía húmedos, se peguen uno con otro al arrollarse sobre la devanadera. Junto á la

guía inferior se encuentra también una ruedecita de construcción especial, que hace que los diferentes hilos parciales se crucen al paso, por cuyo medio resultan más redondos, lisos, densos y uniformes. Durante el devaneo la operaria moja de cuando en cuando, con agua fría, la guía inferior, para evitar que se caliente demasiado por el rozamiento de los hilos.

Según el procedimiento más moderno, se prescinde en parte del trabajo manual, sustituyéndolo por el mecánico. Para ablandar los capullos, se colocan, en número de 400 á 500, en una cajita de palastro perforado, y se someten en un aparato especial, durante tres ó cuatro minutos, á la acción combinada del agua y de su vapor, á una temperatura de 90 á 100°. Desde este aparato pasan seguidamente los capullos á una vasija perforada de porcelana, suspendida en un depósito de agua, y dentro de la cual gira un cepillo que hace las veces de las escobillas arriba mencionadas. Después se trasladan los capullos á la mesa de devanar, cuya operación procede del modo ya descrito, salvo la parte preparatoria; pero aquí también se ha introducido una mejora, que consiste en aislar las devanaderas por medio de cristaleras, de modo que puedan calentarse mediante unos tubos en que circula el vapor, á fin de secar la seda á medida que se va devanando. Este procedimiento semimecánico resulta bastante más económico que el antiguo, pues ahorra mano de obra y tiempo.

La calidad de la seda depende en gran parte del cuidado que se pone en desdevanar los capullos y en formar los hilos compuestos; pues los hilos elementales no son de grueso uniforme, siendo siempre más gruesos al principio que al fin, y la perfección en igualarlos sólo depende de la experiencia y habilidad de las operarias encargadas de aquel trabajo, ó sea de la manera como combinan unos hilos elementales con otros; para apreciar el grueso relativo de dichos hilos las mujeres sólo pueden valerse de su sentido del tacto, y por lo tanto su oficio especial supone mucha práctica.

El retorcido de la seda cruda se verifica de diferentes modos, según los productos industriales á que se destina. Si la seda ha de teñirse, se retuerce poco; en cambio, si se destina desde luego al telar, se retuerce más fuertemente. El retorcido se verifica siempre en la dirección contraria á la torsión sufrida durante el devaneo. La seda para coser se produce torciendo hacia la derecha dos ó tres hilos de seda cruda, y luego retorciéndolos hacia la izquierda; ó bien retorciendo hacia la derecha dos ó tres hilos de seda cruda ya torcidos ó sin torcer, y después uniendo dos de los hilos resultantes, retorciéndolos hacia la izquierda. Cuanto más fuerte es el retorcido, tanto más fino resulta el hilo. La seda destinada á obras de punto se forma con arreglo al segundo de los procedimientos que acabamos de referir, pero retorciendo más débilmente. El cordoncillo de seda se obtiene retorciendo hacia la izquierda de cuatro á ocho hilos de seda cruda previamente torcidos hacia la derecha, y luego uniendo,

mediante un retorcido hacia la derecha, tres de los hilos compuestos. La seda empleada para bordar se prepara retorciendo ligeramente cierto número de hilos de seda cruda que no han sufrido torsión previa.

La construcción de las máquinas ó tornos de retorcer, que durante mucho tiempo fué secreto de los piamonteses, se ha perfeccionado de un modo notable en nuestro siglo, si bien varía bastante en las diferentes comarcas. No podemos descender á más pormenores respecto de dichas máquinas, limitándonos á decir que las filaturas de seda constituyen en Italia, España y Francia establecimientos á veces muy considerables, que en nuestro país cuentan con más de 28.000 husos; y que antes de entregarse al comercio, la seda retorcida se purifica, clasifica, se cuece en agua de jabón, se seca y se azufra.

El cadarso, ó sea la seda más ó menos corta y fluecosa que se obtiene de los capullos dañados, y constituye también el desperdicio de la operación de desdevanar, se aprovecha hace tiempo en Suiza para producir verdaderos hilados, análogos á los de algodón y lana, que reciben en el comercio el nombre de *schappe*, y se componen de seda pura, ó bien de seda y lana, empleándose en la fabricación de diversos tejidos. Los desperdicios resultantes de la filatura del cadarso constituyen una borra, que á su vez es objeto de elaboración en otras fábricas. En Suiza é Italia, se ahueca el cadarso antes de hilarlo, por medio del agua caliente y de la fermentación, mientras que en Francia la operación se verifica por cocción en agua de jabón; este último modo es más expedito, mientras que el primero deja la seda perfectamente blanca y lustrosa, si bien con un olor desagradable.

En las tintorerías de seda cruda, las madejas, después de teñidas, se estiran hasta cierto punto, pues de este modo los hilos elementales que se separan más ó menos al tiempo de teñirse, vuelven á juntarse, formando un hilo más homogéneo; por el estiramiento adquiere también la seda mayor brillo y duración. La operación se verifica á veces á mano, colgando la madeja en un sólido madero, fijo y horizontal, pasando por el extremo opuesto un palo, y torciendo; pero la faena es ruda, reclama mucha habilidad, y la seda no se estira siempre uniformemente, por cuyas razones es preferible emplear las máquinas especiales que se han inventado al efecto. La fig. 594 reproduce uno de estos aparatos: en los "cuernos„ de acero bruñido *A*, que pueden girar, á impulso de las ruedas dentadas *R*, se suspenden las madejas de seda, *S*, pasando el extremo inferior de las ellas por debajo de otros "cuernos„, *T*, sujetos á unos árboles verticales provistos de piñones, *P*, que engranan en la cremallera *C*, bajo cuyo impulso giran dichos árboles y tuercen, como es consiguiente, las madejas. Al mismo tiempo, las pesas, *B*, suspendidas en la parte inferior de los árboles verticales, aumentan la fuerza del estiramiento; pero para que su efecto sólo sea gradual, están unidos á unas palancas *g*, que llevan en sus brazos más largos los contrapesos *d*, suspendidos mediante las

correas *c* en una serie de poleas *b*, fijas á un árbol común. Al dar vueltas á este árbol en un sentido, los contrapesos se levantan y las pesas *B* ejercen todo su efecto sobre las madejas; en cambio, cuando se quiere alzar las pesas, ora para disminuir su efecto, ora para poder sacar las madejas estiradas de la máquina, basta dejar caer los contrapesos, volviendo el árbol de las poleas en el sentido contrario.

Como la seda es una materia sumamente higroscópica, absorbe pronto la humedad de la atmósfera, y según las condiciones del local en que se almacena, puede resultar hasta con un 30 por 100 de agua sin que se note á simple vista. Es evidente que en tales condiciones pueden resultar graves perjuicios para el comprador, dada la necesidad de vender la seda al peso; y en su vista hace ya mucho tiempo que se fundaron en Italia y Francia establecimientos para determinar el grado de humedad, y, por consiguiente, el verdadero valor comercial de dicha materia. De cada paca que se presenta á la prueba, se saca una madeja que, después de pesarse exactamente, se seca á una temperatura de 105 á 108° en un aparato calentado por medio del vapor; durante esta operación, en la que transcurren algunas horas, se pesa repetidas veces la madeja; y cuando el peso resulta constante, se determina definitivamente, por un sencillo cálculo, el neto de la paca de seda, entregando al interesado el correspondiente certificado.

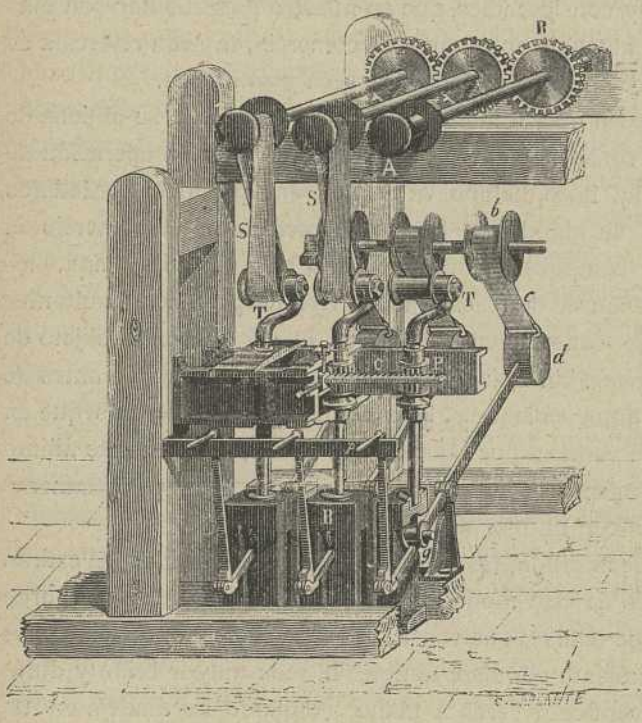


FIG. 594.—Máquina para estirar la seda.

Italia posee hoy estabiecimientos semejantes en Ancona, Bergamo, Brescia, Como, Florencia, Lecco, Milán, Turín y Udine; Francia los tiene en Aubenas, Avignon, Saint-Etienne, Lyon, Marsella, París, Privas y Roubaix; Suiza cuenta con dos en Basilea y Zurich, existiendo otros dos en Alemania (Elberfeld y Krefeld) y uno en Viena. Durante el año 1884 se sometieron á estos establecimientos de comprobación 10.983.327 kilogramos de seda, correspon-

diendo al de Lyon 3.347.299, y al de Milán 3.323.115. Estas cifras comprenden 3.373.000 kilogramos de seda cruda importada de China, 1.484.000 del Japón, la producción italiana que se elevó á 2.810.000, y la de Francia, que no pasó de 483.000, cuando en 1878 se elevaba todavía á más de 600.000 kilogramos. En cuanto á la producción de seda cruda en España, asciende anualmente á unos 750.000 kilogramos en Valencia, 250.000 en Murcia y 100.000 en Cataluña, ó sean, en suma, 1.100.000.

Respecto del desarrollo actual de la industria manufacturera de la seda en diferentes países, prescindiendo de China y el Japón, donde es muy considerable, pero acerca de los cuales nada fijo se sabe, nuestros lectores pueden juzgar por los siguientes datos, correspondientes al año 1883, salvo los de España, que están tomados de la última estadística publicada, referente al año económico de 1878-79:

PAISES	Número de telares	Valor de los tejidos en pesetas
Francia	140.000	390.000.000
Alemania	87.000	225.000.000
Inglaterra	77.000	110.000.000
Estados Unidos	45.000	105.000.000
Suiza	35.000	80.000 000
Austria	15.000	55.000.000
Italia	20.000	42.000.000
España	2.120	?

Todos los telares referidos, salvo en Italia y España, son los llamados mecánicos, es decir, movidos por agua ó vapor; de los 2.120 que corresponden á nuestro país, 1.966 son los antiguos telares de mano y sólo 154 son mecánicos.

Algodón.—Esta utilísima materia textil es la borra, generalmente blanca, que encierra el fruto del algodonero, envolviendo sus semillas. La planta misma, ó sea el *Gossypium* (fig. 595) de los botanistas, que pertenece á la familia de las malváceas, se conoce en diferentes especies, en parte herbáceas, en parte constituyendo matas, que al principio sólo se presentaban en estado silvestre en Asia y Africa, pero que hoy se cultivan en todas las regiones cálidas del globo, alcanzando á veces en Arabia y Egipto una altura de 3 á 5 metros. Todas ellas tienen hojas de tres á cinco lóbulos, y flores bastante grandes de cinco pétalos, generalmente amarillas, pero en ciertas especies de color rojo purpúreo; los carpelos de estas flores forman un ovario cerrado, del cual se desarrolla el fruto, ó sea una cápsula de tres á cinco lóbulos que, en estado de madurez (véase la fig. 595), se abre mediante valvas, dejando dilatarse el algodón en forma de ligeras masas vellosas, blancas ó amarillas, cuyos pelos, relativamente largos, están adheridos por su base á la cáscara de las semillas, como indica la fig. 596.

La gran antigüedad del cultivo del algodonero se desprende de los vetustos escritos sanscritos, que mencionan los tejidos de algodón que producía la India; en tiempos de Herodoto (siglo V antes de nuestra Era), dichos tejidos eran comúnmente empleados para vestir en los países orientales, cuyos poetas daban el nombre de "viento tejido„ á las finísimas muselinas indianas. Desde la India se propagaron el cultivo y la elaboración del algodón á la China, así como al Asia Menor y Egipto, practicándose también desde tiempo inmemorial en las Indias orientales. Los fenicios y cartagineses se encargaron de implantar dichas industrias en varios países del Mediterráneo, en especial en la isla de Malta, donde se producían antiguamente tejidos de algodón célebres por su finura y suavidad; y hemos referido ya cómo los árabes fundaron en España la manufactura algodonera, y cómo ésta se propagó á otros países europeos. También eran conocidos de los antiguos americanos el cultivo y la elaboración del algodón, pues esta materia se encontraba entre los regalos que recibió Colón de los habitantes de Guanahaní (San Salvador); los indígenas de la Española (Haití) tuvieron que pagarle cada trimestre un tributo de veinticinco libras de algodón, y en Cuba se hallaron grandes existencias de él y sus tejidos. En la América meridional y época de su descubrimiento eran de algodón los paños que llevaban los índigenas (indios); los brasileños hacían

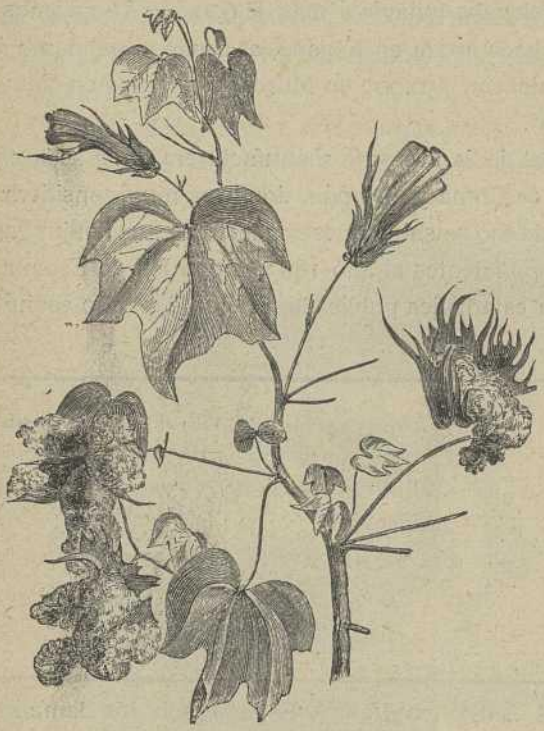
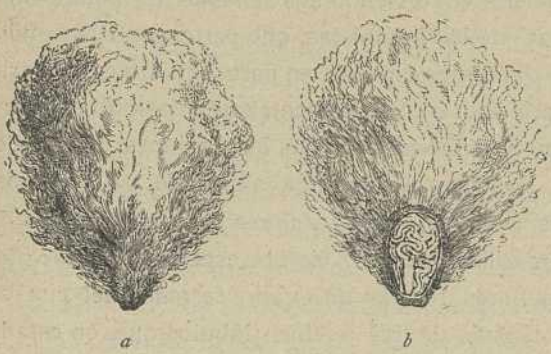


Fig. 595.—Algodonero (*Gossypium*).



a *b*

Fig. 596.—Semilla del algodonero: *a*, vista exterior; *b*, sección.

con él sus hamacas y otros objetos, y los peruanos sus camisas y mantas. Entre los antiguos mejicanos el algodón era casi el único material empleado en los vestidos: los presentes ofrecidos por Motezuma á Cortés comprendían treinta capas de finísimo tejido de algodón, además de alfombras y otros objetos hechos de él, algunos de los cuales envió el conquistador á Carlos V, en cuya corte excitaron no poca admiración.

En la América del Norte se introdujo el cultivo del algodón primero por los colonos ingleses, y desde esta época, ó, mejor dicho, desde la invención de aparatos perfeccionados para hilar el producto natural, data la verdadera importancia de la industria algodonera; pues la inventiva y la actividad de la raza anglosajona pudieron más, en el corto espacio de medio siglo, que toda la sabiduría oriental en miles de años. Hace treinta que casi todo el algodón elaborado en Europa procedía de los Estados meridionales de la Unión norteamericana; pero en vista de la sangrienta guerra civil de 1861-65, que tanto perjudicó á la industria que nos ocupa, el cultivo del algodón se desarrolló rápidamente en otras partes del mundo, sobre todo en Egipto, la India y la América meridional; de modo que hoy, y según las diversas procedencias, se distinguen en nuestros mercados siete clases exóticas de algodón, ó sean: 1.ª Norteamericano, cultivado en los Estados de Georgia, Luisiana, Alabama, Florida y Tennessee, siendo el largo de Georgia el más apreciado de todos los algodones.—2.ª Sudamericano, ó sea del Brasil, de la Guayana, de Colombia y del Perú.—3.ª Antillano, que se produce en Haití, Puerto Rico, Guayanilla y Cuba.—4.ª Indiano, ó procedente de diversas comarcas de la India, y que es, por regla general, más basto y corto que los algodones norteamericanos.—5.ª Levantino, es decir, cultivado en Grecia y las costas del Asia Menor.—6.ª Africano, ó sea de Egipto, que es de primera calidad, de Senegambia y la Reunion (Mascarenas).—Y 7.ª Australio, que empieza ya á competir ventajosamente con los demás algodones. En Europa se producen también pequeñas cantidades de algodón en nuestra costa granadina (Motril, Almuñécar, Salobreña), así como en Italia (Castellamare, Biancavilla y Sicilia).

Mas no se crea que esta competencia, ni la abolición de la esclavitud, han perjudicado al cultivo en la Unión norteamericana; al contrario, después de aquella guerra la producción de algodón ha ído aumentando considerablemente, puesto que, siendo de 2.974.351 pacas en el año económico de 1871-72, en el de 1883-84 se había elevado á 5.713.000, y en 1885-86 llegó á 6.500.000, ó sean 1.300 millones de kilogramos (una paca pesa 200 kilogramos por término medio). En Egipto varía bastante la producción anual, según la extensión de los desbordamientos del Nilo: en el año 1881-82 fué de 2.900.000 *cantares* (un *cantar* = 44,5 kilogramos); en 1882-83 bajó á 2.250.000, y en 1885-86 se elevó á 2.800.000, ó sean 124.600.000 kilogramos. Cuando se considera que el consumo anual de algodón en la Gran Bretaña y los Estados Unidos

representa de cinco á seis libras por cabeza de la población; en Francia y Alemania, de cuatro á cuatro y media, en Turquía unas dos libras, siendo aún más considerable en muchos países tropicales, es evidente que la producción total del globo debe alcanzar una cifra enorme, excediendo hoy, desde luego, de los 1.600 millones de kilogramos en que se apreciaba hace diez años.

El algodón reclama para su cultivo un terreno suelto, ligero, con cierta proporción de arena, y bien laborado, conviniendo también mucho que el clima no sea demasiado seco, pues careciendo de la humedad necesaria, el algodón

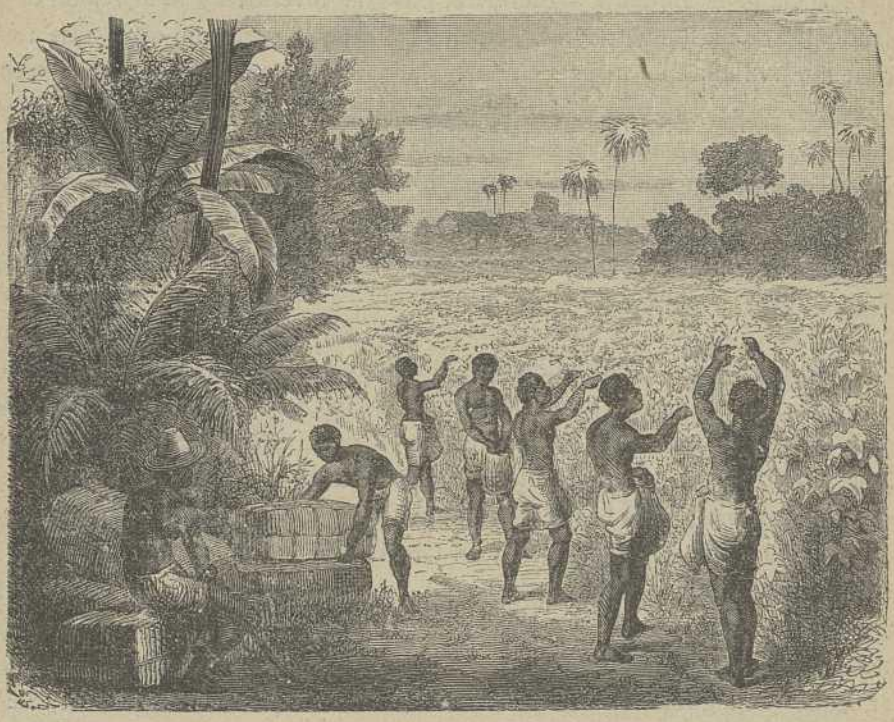


FIG. 597.—Cosecha del algodón.

resulta corto. Las cápsulas maduras deben cogerse por la mañana antes que se abran (fig. 597); y verificada la cosecha y sacado el algodón de ellas, con las semillas á que está adherido, se seca el producto al aire libre y se procede á alijarlo, es decir, á separar el vellón de las simientes. Esta operación se verifica hoy en las mismas plantaciones por medio de máquinas perfeccionadas, empleándose para los algodones cortos y de calidad inferior la alijadora de sierra, y para los largos y superiores, la llamada de peine. El elemento principal en la primera de estas máquinas consiste en un cilindro formado por una serie de sierras circulares, separadas por discos de madera, de modo que sólo sobresalen los dientes á la superficie cilíndrica; junto al cilindro se halla una

parrilla formada por varillas de hierro, y que constituye el fondo de una tolva en que se echa el producto bruto; el cilindro gira rápidamente á impulso del vapor ú otro motor, y penetrando los dientes de las sierras entre las varillas de la parrilla, arrancan el algodón de las semillas, las cuales no pueden pasar por los intersticios. En la alijadora de peine, un cilindro giratorio, revestido de cuero blando, coge ó atrae las fibras del algodón, mientras que dos cuchillas que oscilan con rapidez en sentido vertical, inmediatamente detrás del cilindro, separan las semillas. Las mejores máquinas de este género, movidas á vapor, producen de 60 á 100 kilogramos de algodón limpio por hora. En este estado, se envasa el algodón en grandes sacos de lona basta, por medio de una prensa hidráulica, con lo cual queda reducido su volumen á un mínimo, y las pacas formadas, fuertemente atadas, y que pesan, por término medio, 200 kilogramos cada una, se entregan al comercio. Más adelante nos ocuparemos de las operaciones preparatorias á que se somete el algodón para la filatura.



FIG. 598.—Lino.

Lino.—El género *Linum*, de la familia botánica de las linéas, comprende unas ochenta especies, siendo la más conocida el lino común (*Linum usitatissimum*, fig. 611), cuyas semillas nos dan el aceite de linaza, y cuyos tallos proporcionan una materia textil inmejorable. De esta planta, cuyo cultivo es muy extenso en el Norte, Centro y Oeste de Europa, teniendo hoy escaso desarrollo en nuestro país (como dijimos en el tomo III de esta obra), se conocen dos variedades principales: una con fuertes y elevados tallos, cuyas cápsulas seminíferas quedan cerradas en estado de madurez, y otra más baja y ramosa, cuyas cápsulas, maduras, se abren. Según el clima y los terrenos, se siembra el lino de fines de Marzo á principios de Abril, ó bien á fines de Mayo; pero se estima más el lino tempranero por la mejor calidad de sus fibras. El tallo de la planta se compone de una medula esponjosa y blanda, rodeada por una capa leñosa, la cual se confunde exteriormente con una capa cortical (liber), que da las fibras utilizables, unidas entre sí por una sustancia gomosa, cuya corteza interna está recubierta á su vez por la corteza propiamente dicha.

Las plantas maduras se arrancan del suelo, colocándose en gavillas para que se sequen, y después de separar las cápsulas seminíferas por medio de peines de hierro, se someten los tallos á la acción del aire y del agua fresca,

el rocío, el vapor ó el agua caliente, con el objeto de producir la fermentación necesaria para destruir en su mayor parte la sustancia gomosa que une las fibras, de modo que éstas puedan separarse fácilmente y sin daño. Esta operación se llama enriado, y según el medio empleado se dice enriar al rocío, al agua, al vapor, etc.; el enriado mixto consiste en someter los tallos al agua hasta que se produzca un olor desagradable, y luego extenderlos en el campo, exponiéndolos á la influencia del rocío; en Bélgica, donde el cultivo del lino se halla más perfeccionado que en otro país alguno, los mismos tallos se someten repetidamente al enriado mixto. Las investigaciones químicas más recientes, relacionadas con dicha operación, han demostrado que la fermentación producida por el enriado no se debe á la acción del aire y del agua, como antes se creía, sino que es obra de una especie de bacterio, llamado *Bacyllus amylobacter*, que convierte la membrana celulosa en la glicosa que necesita para alimentarse, dando lugar de este modo á la llamada fermentación ácido-butírica. Este descubrimiento promete ser de la mayor importancia en lo sucesivo para el cultivo del lino, y también acaso para el de otras muchas plantas textiles. Después del enriado los tallos se secan, dejándolos extendidos al aire y al sol durante algunos días, ó bien en locales calentados, ó en hornos especiales; este último procedimiento, no es, sin embargo, recomendable, porque perjudica más ó menos á las fibras.

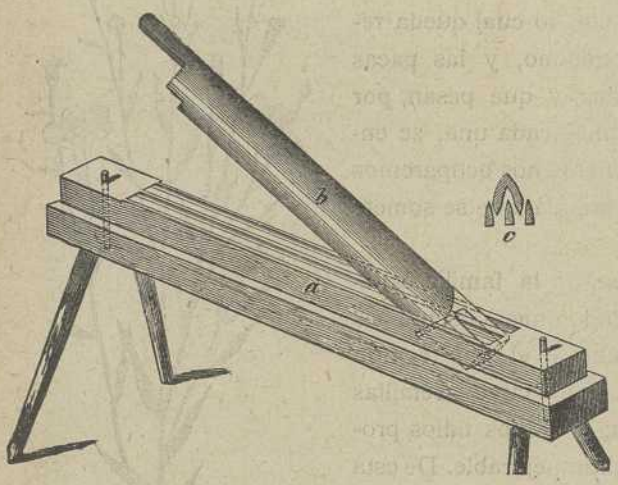
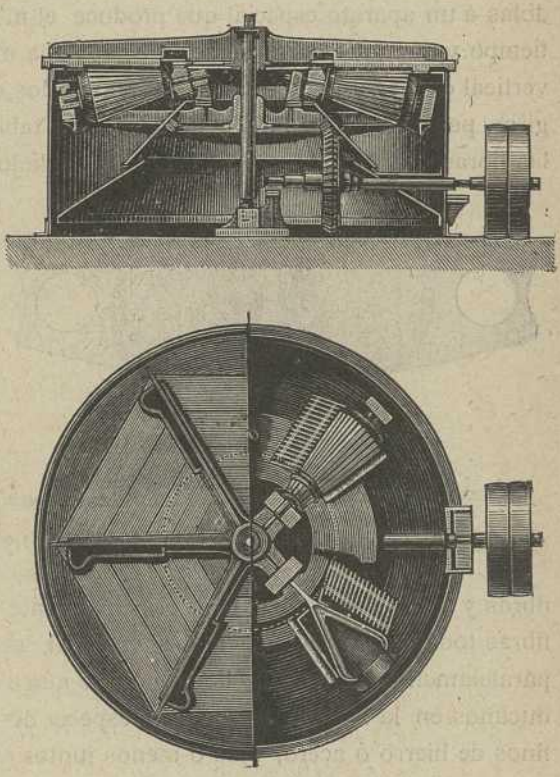


FIG. 599.—Agramador de mano.

El agramado del lino, ó sea la operación que consiste en quebrantar sus tallos para separar las fibras de la parte medular y leñosa (tamo), se verifica, por regla general, por los mismos cultivadores, que empleaban antes al efecto, exclusivamente, el agramador de mano reproducido en la fig. 599. Consiste en un madero, *a*, sujeto á un banco y con dos aberturas longitudinales, y en un batidor, *b*, unido por medio de un pasador en uno de sus extremos á la pieza *a*, de modo que puede alzarse y bajarse, y cuyo lado inferior tiene una ranura profunda; la sección transversal de estas dos piezas está representada en *c*, viéndose cómo los dos bordes afilados del batidor entran en los huecos de la base *a*, cuyos tabiques están también afilados. El operario

coge con una mano un manojo de tallos de lino, lo apoya transversalmente sobre el banco, y hace funcionar el batidor repetidamente con la otra mano, quebrantando aquéllos en toda su extensión. Por más cuidado que se ponga en el agramado con este aparato, siempre se desgarra parte de las fibras, y para evitar esto en lo posible, suelen machacarse previamente los tallos por medio de un mazo de madera ó una especie de bocarte.

Dichas operaciones (ó sean el machacado y el agramado á mano), son siempre fastidiosas y costosas, y se verifican hoy generalmente con la ayuda de máquinas, que se construyen de diversas maneras. Las más sencillas, pero también las menos eficaces, se componen esencialmente de varios pares de cilindros acanalados, entre los cuales se hacen pasar los tallos de lino; la parte leñosa resulta bien quebrantada, pero queda adherida á las fibras y dificulta la operación siguiente del espadillado. Más eficaces son las máquinas en que está combinado un cilindro ó un cono giratorio con un sistema de cuchillas oscilantes de madera, cual sucede, por ejemplo, en la construcción de Kaselowsky; pero el agramador mecánico que se lleva la palma es el de *Kesseler* (figuras 600 y 601), cuya construcción se asemeja á la de un molino. La caja cilíndrica que contiene el mecanismo tiene una sólida tapa, provista de seis aberturas radiales estrechas, por las que otros tantos operarios introducen manojos de lino, teniéndolos asidos por un extremo. La superficie inferior de esta tapa está acanalada radialmente, y en ella engranan seis conos acanalados, dando vueltas en torno de sus propios ejes, al par que giran alrededor del eje vertical de la máquina, á impulso de un motor. Los tallos de lino, pues, resultan quebrantados entre las superficies acanaladas; y para que la acción no sea demasiado violenta y no se desgarren las fibras, los ejes de los conos descansan en cojinetes elásticos. Cada cono contiene un



FIGURAS 600 y 601.—Agramador mecánico de Kesseler; secciones vertical y horizontal.

peine y un cepillo para separar el tamo de las fibras, y los operarios no tienen más que meter los manojos de lino por las aberturas, sacarlos al cabo de un momento, y luego introducirlos de nuevo por el extremo que antes tenían asido.

Cualquiera que sea el modo de agramar el lino, siempre queda una porción mayor ó menor del tamo adherida á las fibras, razón por la cual se espadillan éstas. Semejante operación consiste en raerlas, pasándolas sobre el borde afilado de una tabla colocada de canto, ó el de la espadilla propiamente dicha, que es un instrumento de madera como una espada corta y ancha, ó sometiéndolas á un aparato especial que produce el mismo efecto, con economía de tiempo y mano de obra. Semejante espadilla mecánica consiste en una rueda vertical de hierro, cuyos rayos están armados con cuchillas de madera, que, al girar, pasan casi rozando el borde de una tabla fija, contra el cual se apoyan las fibras del lino. El agramado y espadillado se verifican con frecuencia en establecimientos especiales, que entregan al comercio el lino limpio; pero en muchos casos se practican dichas operaciones en las mismas filaturas ó fábricas de hilados.

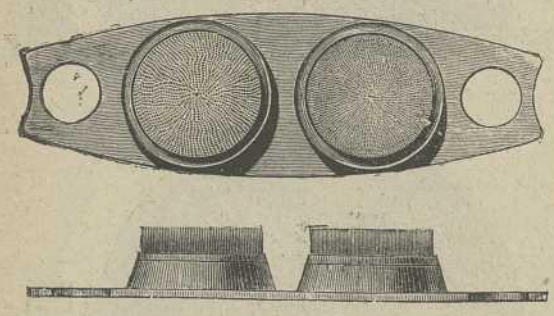


FIG. 602.—Rastrillo de mano

La rastrilladura del lino, que sigue al espadillado, tiene por objeto, no sólo apartar cualquier resto de tamo que pudiera estar adherido á las fibras y separar la estopa, sino principalmente dividir las cintas que forman las fibras todavía unidas ó pegadas entre sí, separando éstas y ordenándolas paralelamente. El rastrillo de mano que aún se emplea al efecto, y que reproducimos en la figura 602, es una especie de cepillo, formado con alambres finos de hierro ó acero, más ó menos juntos y apretados; pero su uso supone bastante habilidad, y hoy se emplean preferentemente los rastrillos mecánicos, que describiremos más adelante, al tratar de la filatura del lino.

Un invento reciente, debido al ingeniero belga *Cardon*, muy perito en la materia, parece llamado á operar una verdadera revolución en la preparación del lino. Consiste en una máquina muy ingeniosa, que se encarga automáticamente de las tres operaciones de agramar, espadillar y rastrillar, entregando el lino perfectamente listo para el hilado, y produciendo menos desperdicio que los aparatos empleados hasta aquí, amén de ahorrar mucho tiempo y mano de obra.

Como ya dijimos, el cultivo del lino se practica principalmente en el Norte y Oeste de Europa, pero también tiene cierto desarrollo en los Estados Unidos y Egipto. Por orden de la calidad, es decir, pasando de mejor á peor, se dis-

tinguen en el comercio los linos egipcios, de Arcángel, bohemio, de Dantzig, de Flandes, de Finlandia, francés, holandés, irlandés, de Koënigsberg, Libau, Luneburgo, Memel, austriaco, de Petersburgo, Riga, Sajonia, Silesia y Turingia. La producción anual del globo se calcula en 500.000 á 600.000 toneladas métricas (de 1.000 kilogramos), de las que corresponden la mayor parte á Europa, como demuestra el estado adjunto:

PAÍSES	Toneladas métricas.
Rusia	250.000
Alemania	57.400
Austria-Hungría	40.400
Francia	42.600
Gran Bretaña é Irlanda	36.760
Bélgica	29.600
Italia	22.800
Holanda	10.000
Suecia	4 700
Estados Unidos	17.500

Cáñamo.—Esta planta es también de mucha importancia industrial, por más que sus fibras, relativamente bastas, no dan hilados y tejidos tan finos como los del lino. Se cultiva bastante en los países de las zonas templadas, prosperando en varias de nuestras provincias; la planta masculina, ó cáñamo macho, que es, por lo general, más pequeña y delgada que la femenina, se emplea principalmente en la producción de hilo bramante, redes, tela de velas, etc.; mientras que el cáñamo hembra, que puede crecer hasta 2,5 metros de alto, es de fibra más basta, que se emplea exclusivamente en la fabricación de cuerdas y maromas.

La construcción interna del tallo del cáñamo es igual á la del lino, razón por la cual la preparación de las fibras no difiere esencialmente de la que acabamos de describir, consistiendo también en enriar, agramar, espadillar y rastrillar. Pero las fibras del cáñamo resultan con un largo de un metro á 175 centímetros; cuando no se destinan á la cordelería, se dividen en dos ó tres partes por medio de un pesado mazo de madera. Se obtiene un producto muy puro y apreciado mondando sencillamente con los dedos los tallos de cáñamo, de antemano enriados.

Entre los principales países cultivadores del cáñamo, figuran Rusia, con una producción anual de 150.000 toneladas métricas; Austria-Hungría, con 87.000; Alemania, Francia y los Estados Unidos, cada una con 70.000, é Italia con 50.000. Carecemos de datos acerca de la producción española.

Yute.—Esta materia textil, cuyo nombre es corrupción del indio *dschut*, procede de la corteza interna (liber) de dos especies de *Corchorus* (*C. capsularis* y *C. olitorius*), género botánico perteneciente á la familia de las tiliáceas, que es natural de la India, pero que se cultiva también hoy en la isla de Mauricio (Mascarenas), la Guayana francesa, Argelia y otras regiones. En la India se emplea el yute desde tiempo inmemorial para la manufactura de tejidos bastos; pero apenas hace cincuenta años que se utiliza en Europa, habiendo motivado principalmente su importación la guerra de Crimea, y la carencia consiguiente del cáñamo ruso.

El cultivo de las plantas del yute, que son anuales, es muy sencillo: cada año, en Abril ó Mayo, cuando el terreno es bastante húmedo, se procede, en la India, á la siembra, y unos tres meses después, ó sea en Agosto, tiene lugar la cosecha de la planta madura. Sus tallos, que tienen entonces de tres á cuatro metros de alto, se separan de las hojas y frutos, se atan sin apretarlos en forma de gruesos haces, y se someten á un enriado en una corriente de agua fresca. Al cabo de algunos días puede separarse fácilmente la corteza del tallo, lo que se verifica á mano, obteniéndose de este primitivo modo un yute muy puro. Las fibras mismas tienen un largo de 1,5 á 3 metros, y en estado fresco son blanquecinas ó amarillentas; pero al secarse toman á veces un color gris, amarillo ó pardo más ó menos intenso; cuanto más fino es el yute, tanto más largas son sus fibras y más puro su color; se clasifica antes de entregarlo al comercio, atándolo entonces en manojos, con los cuales se forman pacas para la exportación; el yute de primera calidad se llama en India *serajgunge*, el de segunda *naraingunge*, y el de tercera *dowrahjute*.

Gran parte del yute producido en Bengala se elabora allí mismo, haciendo los indígenas tejidos diversos, que emplean, los más finos en vestirse, y los más bastos en formar sacos para envasar arroz, azúcar, algodón, etc.; pero en los últimos tiempos ha tomado esta antigua industria casera las proporciones de una verdadera industria fabril, basada en el empleo de los medios mecánicos más perfectos, y ha entrado ya en seria competencia con la industria inglesa. La mayor parte del yute que sale de Calcuta se elabora en Dundee, centro de la industria linera de Escocia, convirtiéndose las clases ordinarias en telas para velas, sacos, harpilleras y cuerdas, etc., mientras que las clases más finas de color blanco-amarillento y gris de plata, con lustre sedoso, se emplean en el tejido de cortinas, tapetes y cosas análogas, cuyos dibujos se pueden variar al infinito tomando yutes de diferentes colores.

El hilado y tejido del yute supone algunos trabajos preparatorios, que describiremos brevemente en este lugar. En estado bruto, las fibras son bastante duras y tiesas, y para ablandarlas y hacerlas más flexibles se colocan en grandes cubas, rociándolas con una mezcla de agua con aceite de pescado ó petróleo. Después de sometido cierto tiempo á la acción de este baño, se ma-

chaca el yute por medio de máquinas especiales, que se componen en lo fundamental de una serie de pares de cilindros acanalados, dispuestos horizontalmente ó en semicírculo (fig. 603), y oprimidos los cilindros superiores contra los inferiores por medio de muelles. El yute se introduce entre los cilindros mediante una tela sin fin, *A*, y después de sufrir la presión consiguiente al pasar por toda la serie, se aleja del aparato sobre otra tela, *A'*. A esto se reduce, generalmente hablando, la preparación del yute; pero algunas de las clases, los extremos inferiores de cuyas fibras son demasiado gruesos, reclaman otra elaboración preparatoria, ó sea una monda ó adelgazamiento de dichos extremos, lo que se verifica en una máquina especial, por medio de un par de tambores ó cilindros erizados de agujas.

El yute constituye actualmente un importante artículo de comercio; pues sin hablar de los puntos del globo donde su cultivo se ha introducido recientemente, la cantidad exportada de Calcuta (India), que en 1852 no pasó de 17.022 pacas, se elevó en 1872 á 1.891.912 pacas, ó sean tres millones de quintales métricos, y alcanzó en 1885 cuatro millones de quintales.

Ortigas, cáñamo de Manila, pita, etcétera. — Entre las treinta especies que comprende la familia de las urticáceas ú ortigas, algunas nos proporcionan materias textiles muy apreciadas, especialmente la blanca, ó *Urtica nivea*, y la *U. tenacissima*, propias del Japon, de China y la India; con las especies europeas, ortiga mayor *(Urtica dioica)*, y ortiga común *(Urtica urens)*, se han hecho repetidos ensayos cultivándolas para aprovechar sus fibras; pero, por desgracia, no han dado todavía resultados satisfactorios. Tanto más notable, en cambio, es el éxito alcanzado en Europa con la elaboración de las fibras de las ortigas, que por su lustre se asemejan á la seda; son muy resistentes, se blanquean perfectamente, se tiñen con facilidad, sin el empleo de mordientes, y pueden aplicarse á la manufactura de las telas más finas. Es verdad que hasta aquí la fabricación no ha tenido mucho desarrollo, por la dificultad en obtener la primera materia; pero es indudable que cuando se haya resuelto el problema de la preparación mecánica de las fibras, para cuya solución ha ofrecido el Gobierno indio cuantiosos premios, las ortigas desempeñarán un papel importante entre las plantas textiles, ora llegue á prosperar su cultivo en Europa, ora se haga sólo posible en otras regiones del globo. Aun hoy las fibras de ortiga encuentran una aplicación muy variada, pues se tejen con

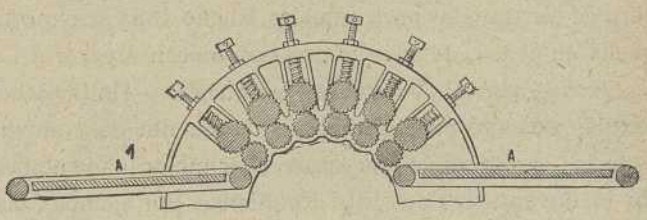


FIG. 603.—Máquina para machacar el yute.

ellas diversas telas destinadas á cortinas, tapetes, muebles, artículos de punto y vestidos para señoras, empleándose también con ventaja en combinación con otras materias textiles; algunos fabricantes poco escrupulosos empiezan ya á usarlas en los tejidos mixtos en sustitución de la seda, si bien es fácil demostrar el engaño con ayuda del microscopio.

Entre las demás materias textiles que en tiempos recientes se han introducido en la industria, debemos mencionar el llamado cáñamo de Manila ó abacá, ó sea las fibras del liber de varias especies de musáceas *(Musa textilis, Musa paradisiaca* ó banana, *Musa troglodytarum);* la pita procedente de las hojas de la planta del mismo nombre, ó sea la *Agave mexicana;* el cáñamo del áloe, ó sean las fibras de las hojas de *Aloe vulgaris* y otras especies; el llamado lino de Nueva Zelanda, que se obtiene en este país de las hojas de *Phormium tenax*, y las fibras del tegumento externo de la nuez de coco. Con estas últimas se hacen maromas, esteras, felpudos y cepillos muy resistentes, mientras que con las referidas antes, especialmente el abacá y la pita, se produce todo género de cuerdas y maromas inmejorables, empleándose tambien las clases más finas de abacá, en combinación con seda ó algodón, en la manufactura de ciertas telas para muebles. El año 1885 se exportaron de Manila 425.000 pacas de abacá, de las que 208.000 fueron á parar á Londres y Liverpool.

Falsificaciones de las materias textiles.—En la elaboración de las materias textiles se cayó hace tiempo en la cuenta de combinar fibras de diferentes especies, con el objeto de aprovechar mejor las ventajas de unas y neutralizar los inconvenientes de otras. Reuníanse, por ejemplo, las fibras largas y resistentes del lino con las más cortas del algodón, no sólo para obtener un tejido más barato que el del lino puro, sino también en atención á que semejante tela mixta se adapta mejor al cuerpo, conservando más su calor natural; razón por la cual es preferible esta mezcla, no solamente en países fríos, sino también en los climas cálidos, donde, merced á cambios repentinos de temperatura. el lino puro puede ser hasta perjudicial para la salud. Y así como de tal manera se lograba obtener una tela más densa, de análogo modo hubo de recurrirse á la mezcla para evitar la densidad excesiva de un tejido de lana puro, por ejemplo; y andando el tiempo, las combinaciones de diferentes materias textiles se multiplicaron también, con el objeto, muy plausible, de aumentar la variedad de los géneros. Semejantes mezclas ó combinaciones son muy legítimas, siempre que su verdadera naturaleza se ponga en conocimiento del consumidor; pero por desgracia hay fabricantes, y sobre todo comerciantes, que ocultan la combinación, valiéndose de la impericia del público, para vender gato por liebre, como vulgarmente se dice, es decir, ofreciendo telas mixtas inferiores como tejidos puros. Contra semejante engaño no se halla el consumidor amparado por la ley; de modo que su única defensa está en los medios que le brinda la ciencia para reconocer la verdadera naturaleza de las telas.

La mezcla de las diferentes fibras tiene lugar antes de hilarlas, ó bien se combinan, al tiempo de tejer, hilados de diversas especies. Los procedimientos en uso para distinguirlas se fundan, en parte, en el empleo del microscopio; y en parte, en las reacciones producidas por diversas sustancias químicas. Con alguna práctica, el microscopio ofrece en muchos casos el medio más seguro,

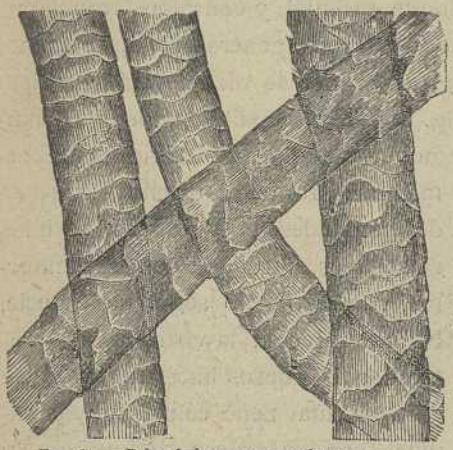


FIG. 604.—Pelos de lana, aumentados 400 veces.

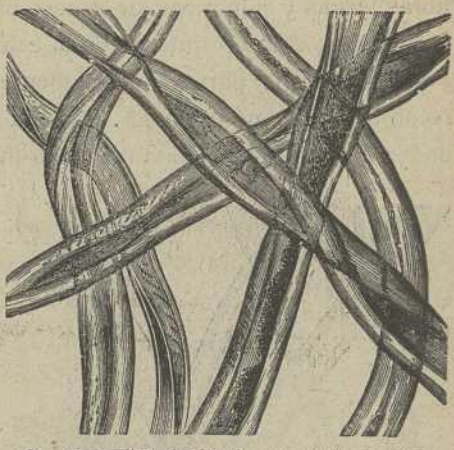


FIG. 605.—Fibras de algodón, aumentadas 400 veces.

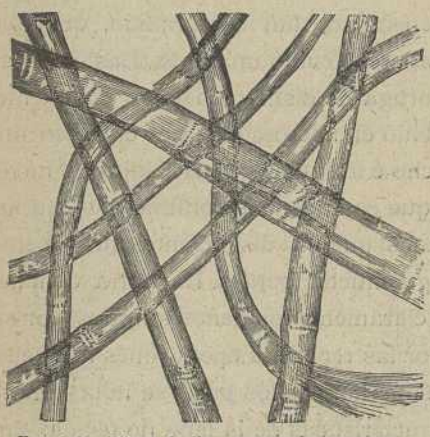


FIG. 606.—Fibras de lino, aumentadas 400 veces.

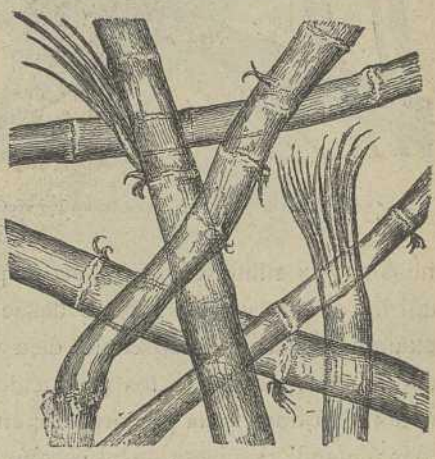


FIG. 607.—Fibras de cáñamo, aumentadas 400 veces.

pues las diferentes especies de fibras ostentan, bajo un aumento suficiente, particularidades fáciles de reconocer, y que notarán desde luego nuestros lectores en vista de los grabados.

El pelo de la lana de oveja (fig. 604) se presenta bajo el microscopio en forma de tubo cilíndrico, cubierto por escamas, cuyos bordes, con un aumento de treinta diámetros, aparecen como líneas transversales irregulares. El tubo mismo está constituído por muchas células prolongadas y fibrosas, apretadas unas contra otras, y que rodean una medula central, compuesta de células más pequeñas y generalmente confusas. Las fibras de algodón (fig. 605) ostentan

células aplanadas, rara vez cilíndricas, más ó menos torcidas ú ondulantes, cuyo hueco interior se manifiesta con mayor ó menor claridad. Las del lino (fig. 606) son largas y estrechas, y aun con un aumento de 120 diámetros pueden distinguirse como hilos redondos, provistos de nudillos, nunca torcidos, y con un estrecho canal longitudinal en su centro. El cáñamo (fig. 607) presenta fibras largas y cilíndricas, de grueso bastante desigual, y con cabos embotados ó divididos; el hueco interno de la célula es, por regla general, bastante ancho, y su pared tiene partes relativamente gruesas, que se manifiestan á la vista como arterias longitudinales. La seda (fig. 608) está constituída por hilos cilíndricos, lisos, sin estructura ni hueco interno: su superficie es lustrosa y uniforme, pues rara vez ostenta pequeñas desigualdades; el grueso de los hilos de seda es, por regla general, uniforme, variando sólo según la especie. El yute ofrece á la vista, bajo el microscopio, gruesos haces de fibras; la fibra aislada tiene células cuyas paredes son de grueso desigual, y su hueco interno, ancho en el origen, se encuentra tan comprimido, que sólo aparece como una línea. Las fibras de ortiga se distinguen muy fácilmente, bajo el microscopio, por el hueco ancho é irregular de sus células, de modo que es imposible confundirlas con los hilos lisos y cilíndricos de la seda, por más que la distinción es sumamente difícil á simple vista y supone desde luego mucha pericia. La borra de lana, examinada con el microscopio, deja ver claramente los daños sufridos por su uso anterior, así como los producidos por las repetidas operaciones á que se la sometió durante la preparación; en la superficie de los pelos se nota la falta más ó menos completa de las escamas características de la lana no usada.

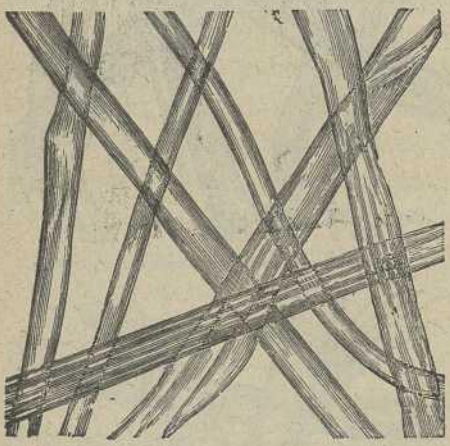


FIG. 608. Hilos de seda cruda, aumentados 400 veces.

En forma de tejidos, las fibras de algodón y lino, que son las que más se emplean en combinación, ostentan, bajo el microscopio, particularidades que permiten distinguirlas fácilmente. La fig. 609 representa una porción del lienzo más fino y puro que se produce, vista con un aumento de cien diámetros, distinguiéndose claramente las fibras redondas, lisas, no torcidas, con las líneas transversales que señalan los nuditos; mientras que la fig. 610 reproduce, en iguales condiciones, una porción igual de batista muy fina de algodón, viéndose con la mayor claridad las fibras aplanadas y torcidas de esta materia textil. Es evidente que, de hallarse mezcladas en una misma tela las fibras del lino y del algodón, el microscopio revelaría al momento la combinación.

FILATURA

Datos históricos.—El origen del arte de hilar se pierde en la noche de los tiempos prehistóricos; los antiguos egipcios atribuyeron la invención á su diosa Isis; los chinos á su emperatriz Vao; los lidios, á Arachne; los griegos, á Athene (Minerva), y los peruanos á Mama, esposa de Manco Capac, el fundador del reino de los Incas. Hasta donde alcanzan las noticias, dicho arte se practicaba ya, hace miles de años, de una manera enteramente análoga á como lo practican todavía muchos pueblos fuera de Europa; se estilaba aún, hace poco tiempo, en Alemania, Francia, Inglaterra, Bélgica y España, y se practica actualmente, con ligeras modificaciones, en algunas comarcas de estos países, en cuanto al lino se refiere.

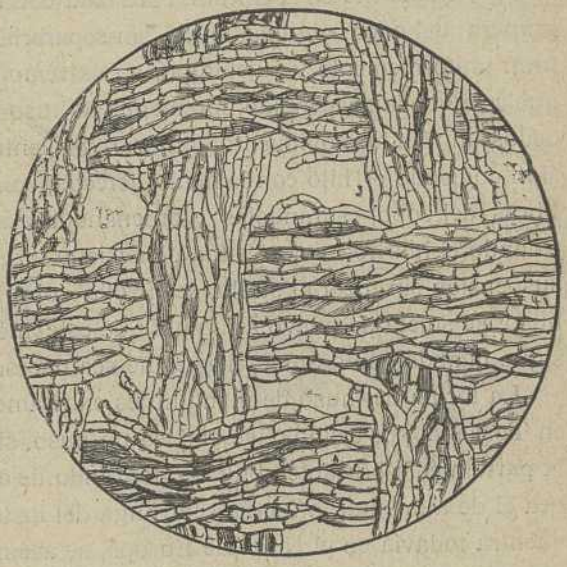


FIG. 609.—Lienzo fino y puro, aumentado 100 veces.



FIG. 610.—Batista fina de algodón, aumentada 100 veces.

El sencillo instrumento que se emplea para hilar, desde tiempo inmemorial, es el huso: con él producen hoy las hilanderas de Daca, en la India, un hilo de algodón tan fino, que la tela hecha con su auxilio puede pasarse por una sortija y es invisible cuando se extiende sobre una pradera cubierta de rocío. El huso, en su forma más sencilla, no es más que una varilla corta de madera,

cuyo grueso disminuye gradualmente hacia ambos extremos, y á la que se sujeta un pequeño anillo ó corona; tiene por objeto facilitar la torsión uniforme de las fibras textiles, y sirve al mismo tiempo para arrollar el hilo formado. Además del huso, la hilandera de mano emplea generalmente la rueca, esto es, una vara á la que sujeta el copo que quiere transformar en hilo, y que fija á su lado ó sostiene en la cintura. Para hilar con estos primitivos medios se sacan primero del copo algunas fibras, sin separarlas completamente de él, se estiran uniformemente y sujetan por su extremo á la punta del huso, de modo que éste quede suspendido libremente; al huso se le imprime entonces con los dedos un rápido movimiento giratorio, y mientras se le mantiene en suspensión cogiendo el hilo con la mano derecha, con la izquierda se sigue sacando fibras del copo, estirándolas y ordenándolas á medida que se van torciendo. Cuando el hilo formado resulta demasiado largo para que el huso quede en suspensión sin tocar al suelo, se arrolla sobre la parte media y gruesa del huso, se sujeta de nuevo á la punta de éste mediante un sencillo lazo, y se sigue hilando como antes, hasta que sea necesario arrollar el hilo de nuevo.

La forma del huso de mano no es exactamente la misma en todas partes: en Toscana, por ejemplo, se emplea un huso sin anillo ó corona, pero con la parte media bastante abultada, logrando de este modo el objeto de aquél, ó sea el de aumentar la fuerza centrífuga del instrumento. El huso que se encuentra todavía en el Norte de Europa, se asemeja mucho á los hallados en los antiguos palafitos ó habitaciones lacustres prehistóricas; lleva una corona de madera, y arcilla ó estaño en la parte inferior de la varilla, siendo ésta también más gruesa en su parte media que en sus extremos. Las hilanderas napolitanas y sicilianas emplean un huso cuya varilla es cilíndrica y tiene dos anillos ó coronas, uno en la parte superior y otro en medio, entre los cuales se arrolla el hilo formado; la corona superior lleva un ganchito de alambre que sirve para sujetar el hilo. Por último, en los pueblos que no hilan de pie ó sentados, sino agachados ó en cuclillas (compárese la fig. 590), el huso tiene una corona en la parte superior, que también está provista de un ganchito de alambre, mientras que la parte inferior de la varilla se desarrolla en punta. Según nuestras ideas, la operación de hilar en la postura última referida debe ser sumamente incómoda; tanto más, cuanto que los aschantis de Guinea, por ejemplo, no se sirven de la rueca, y para poder formar un hilo de cierta longitud sin tener que arrollarlo á cada momento, necesitan sostener el copo en alto con la mano izquierda, como indica la fig. 590. Por lo demás, entre estas gentes, como entre nosotros, la filatura á mano comprende las tres operaciones de estirar las fibras del copo, torcerlas mediante el huso y luego arrollar el hilo formado; operaciones que, como veremos más adelante, sirven también de base á la filatura mecánica.

Aunque el huso de mano sigue empleándose en algunas partes, hace ya

tiempo que se idearon medios mecánicos para facilitar el trabajo, siendo uno de los más antiguos el torno de hilar. En su primitiva forma consiste este aparato en un banco bajo, que sostiene, mediante un eje horizontal, una rueda muy ligera de 60 á 80 centímetros de diámetro, y además un huso dispuesto horizontalmente; la periferia de la rueda, así como la de la corona del huso, está acanalada, y pasa en torno de ambas una cuerda sin fin, de modo que al hacer girar la rueda por medio de una cigüeña de mano, el movimiento se transmite con aceleración al huso. La rueca, con el copo, se fija á cierta distancia del huso, y despues de estirar algunas fibras y sujetarlas á la punta de éste, la hilandera no tiene más que dar vueltas á la rueda, ir sacando fibras y guiarlas como corresponde, en el sentido longitudinal del huso, para formar el hilo; mientras que, cuando quiere arrollar éste, le basta guiarlo en ángulo recto respecto del eje del huso. De este modo hilaban las mujeres romanas de la antigüedad, como se hila todavía en todo el Asia Oriental, incluso el archipiélago de la Sonda; el antiguo torno de mano se usaba también en el Norte de Europa durante la Edad Media, y, llevado por los colonos ingleses á América, se encuentra todavía en algunos puntos de California y del Estado de Utah, donde su construcción se ha modificado algo, trabajando con él dos personas, de las que una hace girar la rueda, mientras que la otra estira las fibras y arrolla el hilo.

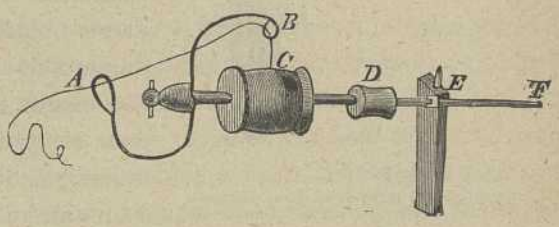


FIG. 611.—Antiguo huso con carrete.

Es evidente que un huso en que se sigue arrollando hilo acaba por llenarse, llegando el momento en que es preciso quitar el hilo para poder continuar. Esta separación de la obra hecha, ó "husada„ se facilitaba en el antiguo torno de mano por medio de un pequeño disco que se pasaba sobre el huso, antes de empezar á hilar, y que después, con sólo correrse, se llevaba por delante el hilo arrollado. En la Edad Media, probablemente hacia fines del siglo XV, introdújose la mejora de sustituir dicho disco por un carrete de madera, que podía separarse del huso, y al mismo tiempo se ideó una guía de alambre para arrollar el hilo con mayor facilidad; tal se desprende de un grabado de aquella época que reproducimos en la fig. 611. Andando el tiempo sufrió dicho torno otras modificaciones, siendo las más notables las debidas á un picapedrero alemán llamado *Juergens*, y que datan del año 1530.

En primer lugar, Juergens convirtió el torno de mano propiamente dicho, en un torno de pedal; esto es, aplicando el conocido y sencillo mecanismo mediante el cual la rueda motriz se mueve con el pie, en vez de con la mano, quedando reducido el diámetro de dicha rueda á poco más de la mitad, ó sea

á 40 centímetros por término medio. Pero la mejora más esencial se refiere al huso, que recibió la forma reproducida en la fig. 612; ó sea la de una varilla cilíndrica de hierro, *a b*, perforada en su extremo *a* para dar paso al hilo, y lateralmente, en *e*, para la salida de él, y con dos alas de madera, *c* y *d*, que sirven de guía al hilo al arrollarse sobre el carrete *f*; éste no se halla sujeto al huso, sino que puede girar con independencia en torno de la varilla del mismo, y el movimiento de la rueda motriz se transmite directamente á su base, y no al huso mismo, como antes sucedía. Cuando el carrete y el huso están firmemente unidos, ambos dan juntos el mismo número de vueltas, y por consiguiente, el hilo resulta torcido, mas no arrollado; pero en la construcción de que tratamos, es decir, transmitiéndose el movimiento directamente á un carrete suelto sobre el huso, éste sólo gira á impulso del hilo que se arrolla en torno de aquél, y el número de vueltas que da siempre es menor que el del carrete, variando además en virtud de la elasticidad y la tensión mayor ó menor del hilo. El resultado es, en suma, que, á medida que el hilo se va formando, se va también arrollando, sin que sea necesario interrumpir el trabajo; y no hay más que mudar de cuando en cuando el hilo de un ganchito á otro del ala *c*, para que el carrete se llene uniformemente. Como se comprende, el hilar bien con semejante torno supone cierta práctica y habilidad, puesto que, á medida que se arrolla el hilo, crece la husada, y con ella el diámetro del carrete, siendo necesario, por consiguiente, disminuir gradualmente la velocidad de rotación de éste para que vaya disminuyendo la diferencia entre las vueltas que da y las que da el huso; y al mismo tiempo, es preciso regular la cantidad de primera materia que se va estirando del copo sujeto á la rueca.

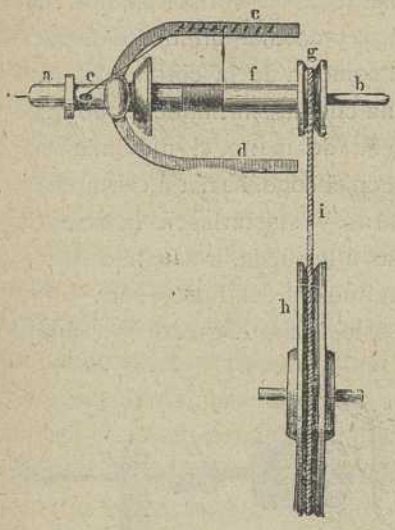


FIG. 612.
Mecanismo del torno de hilar, de Juergens.

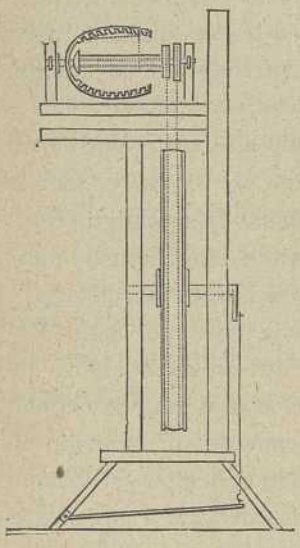


FIG. 613.
Torno de hilar, de dos cuerdas.

Una modificación, también bastante antigua, del torno de pedal, consistió en mover separadamente el huso y el carrete, por medio de dos cuerdas de transmisión, como indica la fig. 613; recibiendo la poleíta del huso un diámetro algo mayor que la del

carrete, á fin de que girara con más lentitud que éste. Además se construyeron tornos de hilar con dos husos, cuyo empleo, sin embargo, reclamaba mayor habilidad, y, por consiguiente, nunca fueron tan comunes como los tornos sencillos.

Tales fueron los medios de que se valían nuestros antepasados para hilar, hasta que en la segunda mitad del siglo pasado, y merced á la inventiva de los ingleses, se produjo en la filatura una revolución completa. En los años 1767 y 1768 dos hombres de ingenio y perseverancia, *Hargreaves* y *Arkwright*, lograron cimentar sobre sólidas bases la filatura mecánica, perfeccionando los aparatos hasta entonces ensayados.

Entre los inventos anteriores encaminados al mismo fin, debemos mencionar la máquina de hilar de *Wyatt*, el procedimiento de *Pauls* para cardar el algodón, privilegiado en 1738, las mejoras introducidas en las cardaderas por Hargreaves en 1760, y la cardadera cilíndrica, inventada el año 1762 por *Peel*, el abuelo del célebre hombre de Estado Roberto Peel. La construcción de la máquina de hilar inventada por Wyatt en 1738, estribaba en el empleo de varios pares de cilindros, girando cada par con una velocidad mayor que el anterior inmediato, estirando gradualmente las tiras ó cintas de algodón formadas con la cardadera, y una serie de husos parecidos al de Juergens, que torcían las cintas estiradas y arrollaban el hilo. Pero si bien en 1742 ya se habían construído en Birmingham algunas de estas máquinas con 250 husos, que se movían cada una por medio de dos burros, los ensayos no dieron resultados satisfactorios, y la fábrica de Wyatt tuvo que cerrarse el año siguiente. Tampoco prosperó otra fábrica montada más tarde en Northampton con las máquinas de dicho inventor.

El referido *Jaime Hargreaves*, tejedor de Standhill, cerca de Blakburn, además de introducir mejoras en la cardadera, se dedicó también á resolver el problema de estirar é hilar mecánicamente la cintas de algodón cardado, partiendo, como base, del antiguo torno de hilar á mano con husos sin alas. Entre los carretes en que se arrollaban dichas cintas y una serie de husos que se hacían girar por medio de un tambor y el número correspondiente de cuerdas, introdujo una especie de cepo ó prensa, que sujetaba las cintas mientras que los husos se retiraban, estirando y retorciéndolas. Al cabo de repetidos ensayos, construyó Hargreaves una máquina de hilar con ocho husos, á la que dió el nombre de su hija, llamándola *spinning Jenny* (hilandera Jenny), y pronto la perfeccionó hasta el extremo de dotarla de 120 husos, bastando para su manejo una sola mujer, mientras que la máquina de Wyatt necesitaba diez operarias. La fig. 614 reproduce una de estas hilanderas mecánicas, cuyo principio constructivo se ha conservado en lo fundamental en las máquinas del género que hoy se emplean. Pero Hargreaves no se vió favorecido por la suerte; una turba de trabajadores y gente mal intencionada penetró un día en su casa y des-

truyó sus máquinas; él se vió obligado á huir á Nottingham, donde se creía más seguro, y donde, en efecto, pudo seguir algún tiempo dedicado al perfecciona-

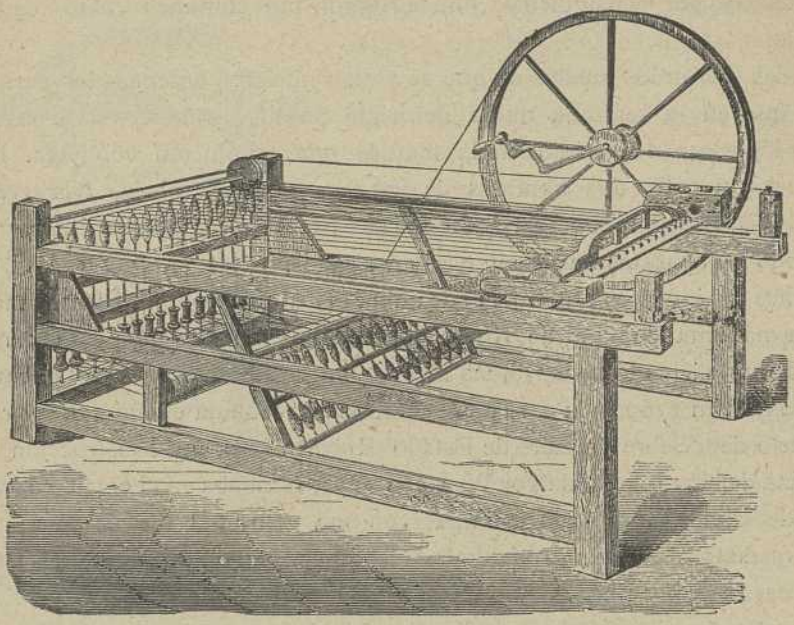


FIG. 614.—Hilandera mecánica de Hargreaves.

miento de su invento. Sin embargo, aquí también fué objeto de persecuciones, quedando mal herido en un tumulto; y a pesar del verdadero mérito de su máquina, que tanto contribuyó más tarde á la prosperidad de su patria, Hargreaves tuvo que ingresar en un asilo de Nottingham, donde murió pobre y olvidado.

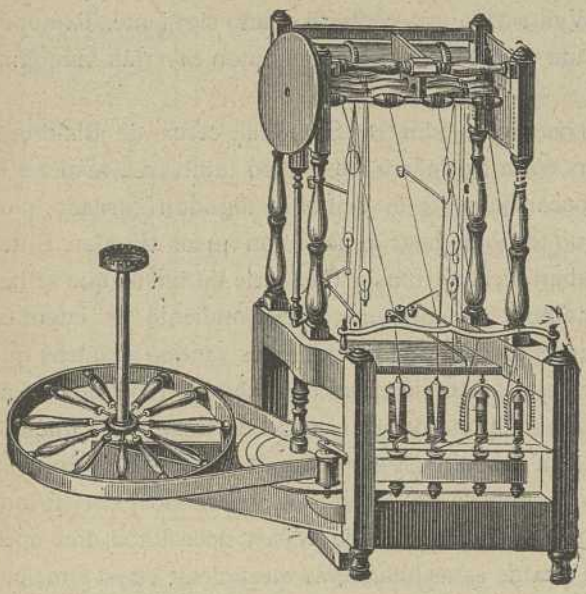


FIG. 615.—Hilandera mecánica de Arkwright.

Su contemporáneo *Ricardo Arkwright* (fig. 616), nacido el año 1733 en Preston, era un simple barbero, oficio que ejerció hasta 1767. Pero su afición á la mecánica le llevó á dedicarse á la construcción de máquinas para hilar el algodón, y habiendo encontrado en Liverpool un protector que le faci-

litó los fondos necesarios, pudo completar en 1768 su primer invento, y obtener al año siguiente el correspondiente privilegio, que le fué renovado en 1774 por otros diez años. La máquina de hilar de Arkwright (fig. 615) fué esencialmente un perfeccionamiento de la de Wyatt, pues en ella se combinaron los cilindros ó rodillos estiradores con husos de ala, como el alemán de Juergens; pero en vez de valerse de los ganchitos en las alas de este huso para arrollar el hilo del modo más uniforme, Arkwright consiguió este objeto mediante la elevación y



FIG. 616 —Ricardo Arkwright.

depresión de los husos mismos, y combinó las diferentes partes de su máquina de manera que las tres operaciones de estirar, torcer y arrollar, se verificaban simultánea y continuamente. Como dicho inventor construyó su máquina desde luego para ser movida por el agua, le dió el nombre de "hilandera de agua,„ y el hilo que producía se llamó también "hilo de agua;„ el mecanismo se ha modificado y perfeccionado considerablemente desde entonces, como veremos más adelante; pero en lo fundamental se ha conservado el principio.

También Arkwright fué objeto de persecuciones á causa de su invento; pero en Nottingham tuvo la suerte de encontrar dos personas de arraigo que le prestaron su valioso apoyo, de modo que, después de montar una filatura de algodón en dicha ciudad, estableció otra más considerable en Compton; y

merced á su industria y los productos de sus privilegios, dejó, al morir en 1792, una fortuna de más de doce millones de pesetas.

A las dos máquinas referidas se agregó pronto una tercera, ensanchándose la base de la filatura mecánica. *Samuel Crompton* (fig. 617), que era un tejedor de Bolton, combinó los rodillos estiradores de la máquina de Arkwright con el carro portahusos de la de Hargreaves, resultando una máquina híbrida, digámoslo así, á la que, por lo mismo, dió Crompton el nombre de "hilandera mula,„ llamándose "hilo de mula„ el producto obtenido con ella. Mencionamos este detalle, porque los tecnicismos "hilo de mula„ é "hilo de agua,„ antes referido, se conservan todavía en el comercio de los hilados de algodón.



Fig. 617.—Samuel Crompton.

La "hilandera mula„ sustituyó más tarde en la filatura algodonera á la hilandera Jenny; pero ésta siguió empleándose en la filatura de lana, si bien el cepo ó prensa que en la máquina original de Hargreaves determinaba el estiramiento se cambió por un par de cilindros estiradores, llamándose entonces "hilandera de cilindro.„

Fundada, pues, sobre sólida base la filatura mecánica en Inglaterra, se implantó durante los últimos años del siglo pasado y primeros del presente en algunas comarcas del continente, particularmente en Alsacia, Westfalia, Sajonia, Silesia, Baviera y Bohemia, si bien en ningún país alcanzó la nueva industria, ni antes ni después, un desarrollo comparable al que tomó pronto en la Gran Bretaña. Al mismo tiempo, y como consecuencia necesaria del empleo de las hilanderas mecánicas, hubieron de inventarse y perfeccionarse diversas máquinas preparatorias, que pronto tendremos ocasión de describir.

Filatura mecánica del algodón.—La transformación de la primera materia en hilados comprende una serie de operaciones, á saber:

Primera. La mezcla de diferentes clases de algodón, que también puede verificarse después de limpiar el producto bruto.

Segunda. La limpieza y el ahuecamiento del algodón, que tienen por objeto quitar el polvo y demás impurezas y mullir las fibras, á fin de devolverles la elasticidad y soltura, perdidas en parte merced á su fuerte compresión en las pacas.

Tercera. La cardadura, que, al par de completar la purificación, tiene por

objeto apartar las fibras demasiado cortas, extender paralelamente las largas, y formar con ellas tiritas ó cintas largas y estrechas.

Cuarta. El estiramiento de dichas cintas, y al mismo tiempo su doblado, operaciones encaminadas á extender las fibras con la mayor regularidad y uniformar el grueso de las cintas.

Quinta. El hilado preparatorio, que tiene por objeto continuar el estiramiento é iniciar la torsión de las cintas.

Sexta. El hilado definitivo, por el que se producen hilos de diferente grado de finura y torsión, siendo regla que los hilos destinados á urdimbre se tuerzan más que los destinados á trama.

A estas operaciones principales siguen las de devanar, clasificar y empaquetar los hilados acabados antes de entregarlos al comercio.

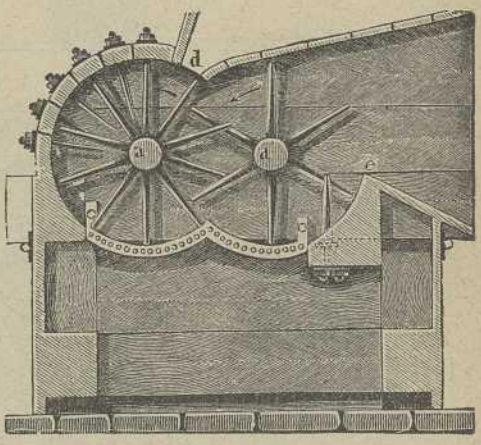


Fig. 618.—Batidor para limpiar algodón.

La mezcla de diferentes clases de algodón entre sí, por ejemplo, una clase más fina ó más larga con otra más basta ó más corta, ó bien una de color claro con otra de color relativamente oscuro, tiene por objeto preparar un material uniforme y el mejor aprovechamiento del producto bruto. La operación consiste no más que en extender sucesivamente uno sobre otro, en capas horizontales, el contenido de pacas de algodón de las diferentes clases que se quieren mezclar, formando grandes montones; la mezcla más íntima resulta en las operaciones sucesivas, á cuyo efecto se va gastando el algodón del montón por capas ó cortes verticales, es decir, tomando cada vez una porción de las diversas capas horizontales de arriba abajo. Al tiempo de desatar las pacas y extender el algodón, se procura ahuecar éste de primer intento, á cuyo efecto es usual en Inglaterra someter el contenido de cada paca, durante algunos minutos, á la acción del vapor de agua en tambores giratorios cerrados.

El algodón procedente de los montones referidos se ahueca y limpia en máquinas especiales, cuya construcción varía bastante según la clase del material. Las que más se emplean son el llamado *whipper* ó batidor, y el *opener* ó ahuecador, que describiremos sucintamente.

El batidor (fig. 618) consiste en dos árboles giratorios, *a a'*, dispuestos horizontal y paralelamente en una caja de madera, y provistos cada uno de seis series de rayos de madera, de modo que los del árbol *a'* corresponden á los espacios entre los de *a*; la parte posterior interna de la caja lleva también otras

series de rayos fijos, que asimismo alternan con las del árbol *a*. El algodón que se introduce por la abertura *d* resulta cogido por los rayos de dichos árboles, ahuecándose, es decir, separándose sus fibras, y sale de la máquina por *e*, mientras que las impurezas de más peso caen por un enrejado en el fondo de la caja, acumulándose en un espacio reservado al efecto debajo, y de donde pueden sacarse por una puerta lateral. El árbol *a* gira á razón de unas 1.300 vueltas por minuto, mientras que el *a'* da unas 1.500, y pueden pasar por la máquina de 124 á 150 kilogramos de algodón por hora, necesitándose al efecto una fuerza motriz igual á unos 56 kilográmetros, ó sean tres cuartos de un caballo de vapor.

En el ahuecador empleado con algodón de fibras largas, los elementos esenciales son dos tambores ó cilindros dispuestos horizontal y paralelamente dentro de una caja de palastro, y erizados de puntas ó dientes, y que, al girar, ahuecan el algodón con la ayuda de otros dientes fijos en la parte interna de la caja; debajo de cada cilindro se encuentra una parrilla ó tamiz, por la que caen las impurezas (arena, semillas, etc.), mientras que el polvo se aleja por medio de un ventilador, que produce la necesaria corriente de aire; al salir de la máquina, el algodón pasa entre dos cilindros lisos, que lo dejan en forma de guata. Tratándose de algodón de fibras relativamente cortas, se emplea generalmente el ahuecador de Crighton (fig. 619), que consiste en lo fundamental en un tambor cónico con paredes perforadas, fijo verticalmente en una caja, y dentro del cual gira un árbol vertical provisto de discos metálicos, en cuya periferia están atornillados dientes ó púas. El algodón pasa primero entre dos pares de cilindros ó rodillos estiradores, y penetra entonces en el tambor por su parte superior, ahuecándose al bajar mediante la acción de los discos dentados, y saliendo por un tubo que comunica con el fondo del aparato. Por las paredes perforadas del tambor se retiran las impurezas mayores, mientras que un ventilador centrífugo, situado en el fondo de la caja, extrae el polvo por aspiración.

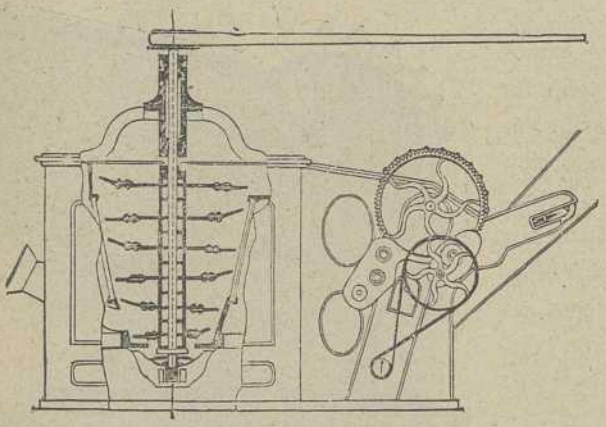


FIG. 619 —Ahuecador de Crighton.

Limpio y ahuecado de primer intento en una de las máquinas referidas, se somete el algodón á la acción de otros batidores con el objeto de completar

su limpieza y esponjamiento. En el primero de estos aparatos (fig. 620), los batidores están constituídos por bastidores de madera fijos á los árboles horizontales *a* y *b;* el algodón pasa continuamente por medio de la tela sin fin *c*, entre los rodillos estiradores *e*, al interior de la máquina; el bastidor *a* lo coge y echa sobre la segunda tela sin fin *d*, en cuyo extremo anterior sufre una presión producida por el tambor perforado *g*, pasando en seguida por otros rodillos, *f*, para ser ahuecado nuevamente por el segundo batidor *b*. Debajo de cada batidor se encuentra un tamiz para dejar pasar las impurezas; el ventilador *i*, situado sobre el tambor *g*, aleja el polvo, y otro *h*, debajo del batidor *b*,

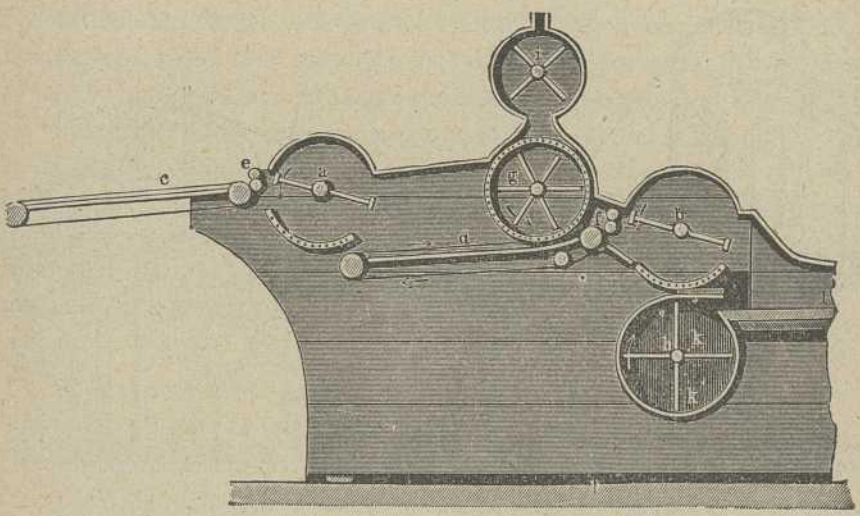


FIG. 620.—Batidor de algodón.

promueve la corriente de aire necesaria para determinar la salida continua del algodón por la canal *l*. El primer batidor gira á razón de 1.000 á 1.600 vueltas por minuto, de modo que sus dos alas juntas dan de 2.000 á 3.200 golpes, mientras que la velocidad del segundo batidor varía entre 1.200 y 1.900 vueltas por minuto. La primera tela sin fin, *c*, circula á razón de 75 á 150 centímetros por minuto, mientras que la segunda hace avanzar el algodón á razón de 150 á 225 centímetros. Semejante máquina, de un metro de ancho, puede limpiar y ahuecar en doce horas de 300 á 400 kilogramos de algodón, necesitando una fuerza motriz de dos caballos de vapor.

Desde esta máquina pasa el algodón á otra análoga, combinada con un aparato de arrollar, que reproduce en sección longitudinal la fig. 621; *a* señala una tela sin fin, revestida de delgados listones transversales, que entrega continuamente el algodón á los rodillos *b*; después de pasar por éstos sufre la acción ahuecadora del batidor *c*, cayendo sobre la tela sin fin *f*, mientras que las impurezas pasan por el tamiz *d*; desde *f* pasa el algodón por otro par de rodi-

llos, siendo cogido por el batidor *g*, que lo echa sobre la parrilla circulatoria *h*; al llegar al extremo superior de ésta continúa su camino entre los dos tambores *i i*, que lo extienden uniformemente y lo entregan á un laminador, y después de pasar entre los cilindros de éste, tomando la consistencia de una guata (algodón en rama), es arrollado en torno de otro cilindro, como indica el grabado. Cuando en la primera limpieza se emplea el ahuecador (*opener*) propiamente dicho, puede prescindirse del batidor que muestra la fig. 620, y someter desde luego el algodón á la máquina que acabamos de describir; pero en tal caso hay que entregarlo después á la llamada máquina de doblar, que coge

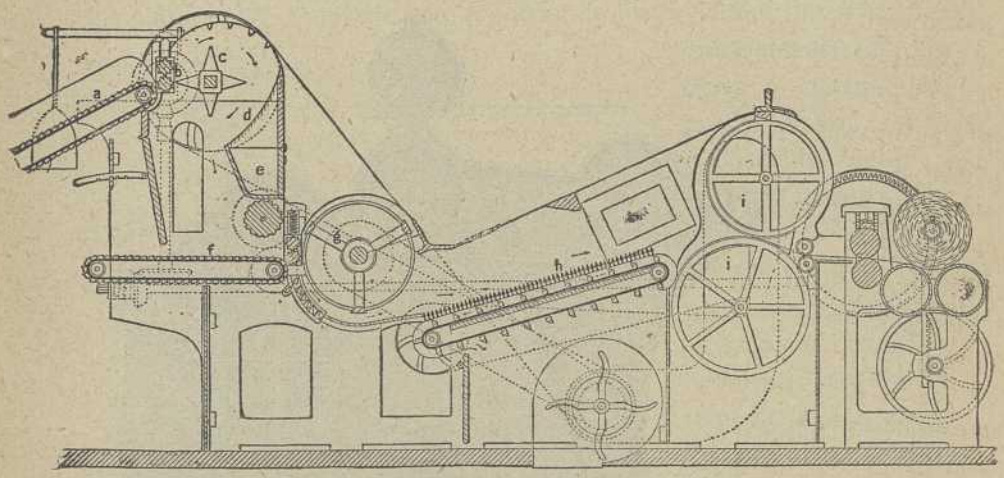


FIG. 621.—Batidor de algodón con aparato de arrollar.

de dos á cuatro fajas de guata sobrepuestas, convirtiéndolas, por estiramiento, en una sola faja más consistente y uniforme.

Una operación muy importante, que sigue á las referidas, es la *cardadura* del algodón, que tiene por objeto, además de continuar la limpieza y el ahuecamiento, separar las fibras demasiado cortas y extender paralelamente las largas. Para conseguir esto de la manera más perfecta, el algodón se carda por lo general dos veces por medio de máquinas distintas.

El elemento principal de estas máquinas son las cardas, ó sean hojas ó tiras de cuero ó cautchuc, una de cuyas superficies está erizada de pequeños ganchos angulares de alambre muy fino de hierro ó acero (fig. 622); también se usan cardas cuyos ganchitos no se doblan, sino que se dejan derechos. En máquinas semejantes las cardas están dispuestas una encima de otra, dejando espacio entre las puntas de sus ganchitos respectivos, como indica nuestro grabado; una de las cardas se halla fija, mientras que la otra circula, ó bien ambas circulan en sentido contrario. Si los ganchitos de las dos cardas están doblados en sentidos opuestos (fig. 622), obran sobre el algodón extendido entre

ellos de distinta manera que cuando se hallan inclinados en la misma dirección. En otros tiempos la cardadura no se verificaba á máquina, sino con cardas de mano, esto es, tablitas provistas de dos mangos, en cuya superficie se clavaban las cabezas florales secas de la cardencha, que fueron sustituídas más tarde por tiras de cuero erizadas de puntas de alambre. Sobre esta base se desarrollaron las cardaderas mecánicas, de las que se distinguen dos sistemas, según la disposición de las cardas; en las cardaderas dichas "de tapa„ un tambor revestido de cardas trabaja contra una envuelta semicircular también, provista interiormente de cardas; mientras que en las cardaderas llamadas "de cilindro„ sustituye á dicha envuelta ó tapa fija una serie de cilindros giratorios revestidos con cardas y dispuestos en torno del tambor principal. Una cardadera de tapa ofrece una superficie más extensa, y por consiguiente, su efecto es mayor que el de una cardadera de cilindro; pero produce más desperdicio y tiene que limpiarse más á menudo, mientras que la de cilindro conserva mejor el algodón, aunque no carda tanto en un tiempo dado; por esto se prefieren las máquinas del primer sistema para la cardadura preparatoria, y las del segundo, ó en que se hallan combinados los dos sistemas, para la operación definitiva, que también supone el empleo de cardas más finas.

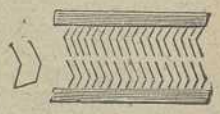


FIG. 622.
Cardas metálicas.

La fig. 623 representa en sección vertical y longitudinal una cardadera preparatoria: *a* señala la tela sin fin á cuyo impulso la guata ó algodón en rama procedente del último batidor descrito (fig. 621) es obligado á pasar por los dos pares de rodillos acanalados *c*. *A* es el tambor cardador, de un metro de diámetro y otro tanto de ancho, próximamente, que da de 90 á 120 vueltas por minuto, y está revestido con cardas de cuero ó cautchuc y alambre en forma de tiras juxtapuestas, que lo rodean por completo. Sobre él se extiende en semicírculo una tapa ó envuelta fija, compuesta de una serie de piezas, *b b*, revestidas interiormente con cardas, cuyos ganchitos se inclinan en sentido contrario al de los del tambor; las puntas de las cardas opuestas se aproximan mucho, pero no se tocan. Delante del tambor principal se encuentra otro, *B*, de 32 á 45 centímetros de diámetro, que se llama "peinador„; las cardas con que se halla revestido están colocadas de la misma manera que sobre el tambor principal, y por consiguiente sus ganchitos resultan inclinados opuestamente á los de éste en el punto donde ambos tambores se aproximan; mas como el peinador está destinado á quitar el algodón del tambor *A*, gira en la dirección opuesta, como indican las flechitas en el grabado, dando sólo una vuelta por cada 16 á 32 de *A*. El algodón en rama, que pasa muy lenta, aunque continuamente, por los rodillos *c*, resulta arrastrado por el tambor principal, y merced á la acción de las cardas, sus fibras se distribuyen de un modo uniforme y paralelo, al par que se van trasladando hacia el tambor *B*, en cuyas

cardas quedan prendidas; al mismo tiempo un peine horizontal, que sube y baja rápidamente en el lado anterior de *B*, á impulso del mecanismo de palancas *d e*, recoge el algodón en forma de una guata muy suelta y delgada, que constituye una faja de 60 centímetros á un metro de ancho, que es necesario transformar en una cinta más compacta del ancho de dos á cuatro centímetros, á cuyo efecto se hace pasar por un embudo de hoja de lata ó de latón *f*, y luego entre un par de cilindros de hierro ó latón, *g*. La máquina que tenemos á la vista contiene dos pares de rodillos estiradores, *h*, situados entre dicho embudo y los cilindros *g;* pero, por regla general, el estiramiento de las cintas se verifica aparte, después de la cardadura definitiva, en máquinas especiales que describiremos más adelante.

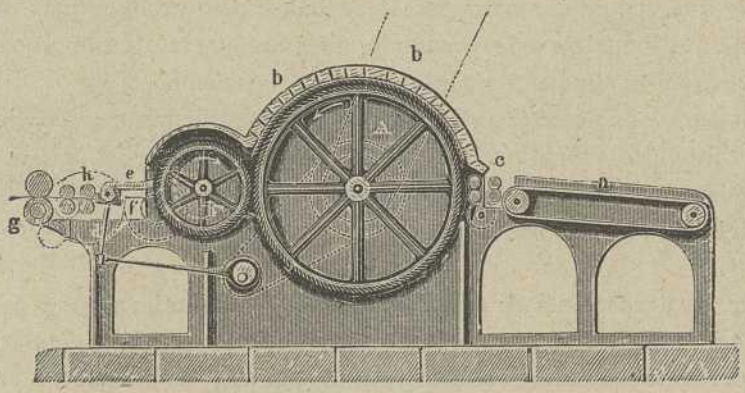


FIG. 623.—Cardadera preparatoria ó de tapa.

Las cintas que de continuo van saliendo de varias cardaderas preparatorias dispuestas en fila, se conducen por medio de una canal común (fig. 624) á una devanadera, que los arrolla separadamente una al lado de otra, y después se entregan á la máquina de doblar (fig. 625), que reune por sus bordes cierto número de cintas *a' a'*, formando una faja *a* más ancha.

En esta forma el algodón se somete á la cardadura definitiva en una cardadera de cilindro (fig. 626): al desarrollarse el rollo *a*, procedente de la máquina de doblar, la guata pasa entre dos pares de rodillos acanalados *c*, de los que el segundo gira un poco más despacio que el primero, y resulta arrastrada por el cilindro *i*, revestido con cardas; entonces sufre una cardadura muy completa, aunque suave, entre el tambor principal *A* y los pequeños cilindros cardadores *k*, *l*, *m*, y luego entre aquél y las cardas fijas *b*, y sale de la máquina en forma de cinta, mediante el mismo mecanismo que dejamos descrito al tratar de la cardadera preparatoria, cayendo, por último, en una vasija cilíndrica de palastro llamada "bote de presión„.

De cuando en cuando es necesario limpiar las cardas, es decir, quitar el

algodón y las impurezas que quedan adheridas á ellas; y también es preciso á veces afilar los ganchitos de alambre é igualarlos de manera que sus puntas estén en un mismo plano. Este afilado se verifica por medio de un cilindro revestido con esmeril, mientras que la limpieza de las cardas tiene lugar peinándolas con otras de mano ó mediante un cilindro erizado de puntas derechas, situado debajo del tambor principal, ó bien, en las cardaderas de tapa, por medio de un aparato especial. Los constructores *Dobson* y *Barlow*, de Bolton (Inglaterra), fueron los primeros en idear uno de estos aparatos automáticos para limpiar las tapas, y en la Exposición parisiense de 1867 aparecieron otros, debidos al alemán *Schlumberger* y al suizo *Riether*. El principio en que se fundan estos mecanismos es el mismo: las tapas de la cardadera, es decir, las piezas transversales que constituyen la tapa semicilíndrica, se levantan en una sucesión determinada; una tablita erizada de puntas muy finas y elásticas, pasa rápidamente por debajo, alejando el algodón sucio, y la tapa limpia vuelve á su sitio, levantándose otra en su lugar. La fig. 627 representa el aparato de Schlumberger, en su puesto sobre una cardadera, que limpia todas las tapas por igual, levantando sucesivamente en su carrera de ida las 2.ª, 4.ª, 6.ª, 8.ª y 10ª, y en la de vuelta las 9.ª, 7.ª, 5.ª, 3.ª y 1.ª. El mecanismo de Riether está combinado de modo que las primeras seis tapas, que son las que más se ensucian, se limpian doble número de veces que las restantes, levantándose sucesivamente primero las 2.ª, 4.ª, 6.ª 10.ª y 14.ª, luego las 13.ª, 9.ª, 5.ª, 3.ª y 1.ª, después las 2.ª, 4.ª, 6.ª, 8.ª y 12.ª, y luego las 11.ª, 7.ª, 5.ª, 3.ª y 1.ª. La acción de

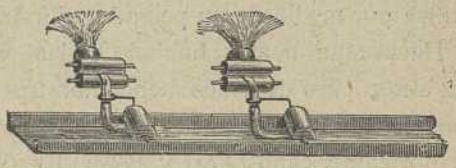


FIG 624.
Canal para la conducción de las cintas de algodón.

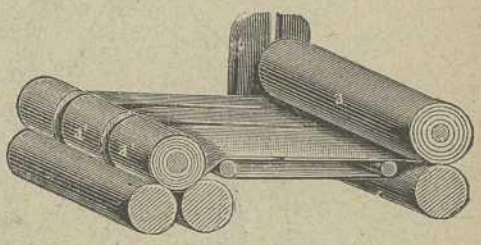


FIG. 625.—Máquina de doblar.

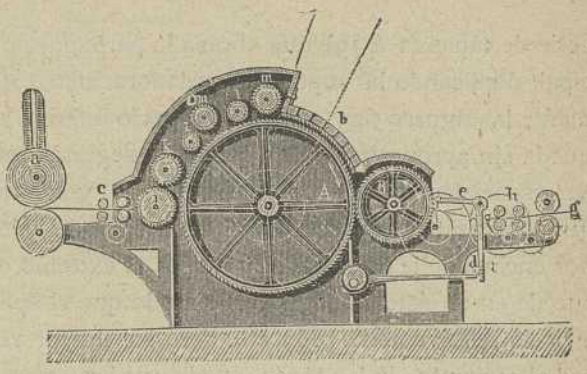


FIG. 626.—Cardadera de cilindro.

aparato comprende su avance, el levantamiento de cada tapa y el paso de la carda limpiadora (fig. 627, *b*); pero es demasiado complicada para que podamos describirla más exactamente en un libro como éste. En cuanto á la limpieza automática del tambor principal de las cardaderas perfeccionadas, se verifica por medio de un peinador cilíndrico, situado en su parte inferior.

Hasta aquí hemos hablado de las cardaderas generalmente en uso hace diez años; pero debemos mencionar tres máquinas de este género, de invención reciente, que ofrecen notables ventajas comparadas con aquéllas. La de los norteamericanos *Foss* y *Pevey* (fig. 628) ofrece la novedad de una segunda

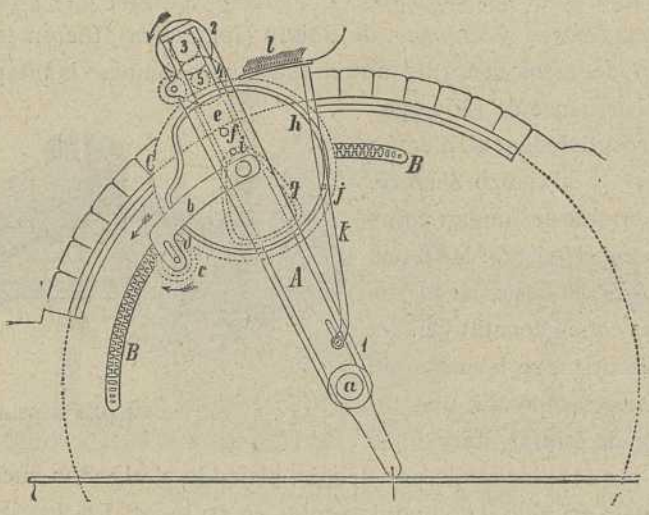


FIG. 627.—Aparato de Schlumberger, para limpiar las cardas de tapa.

serie de tapas (1 á 19), que abraza la parte posterior é inferior del tambor principal, duplicando la superficie cardadora efectiva; pues, como indican claramente las figuras 623 y 626, el espacio inferior de las cardaderas ordinarias queda sin aprovechar. Las tapas de la segunda serie están sostenidas por muelles especiales que se ven en el grabado, y corresponde á las mismas un segundo aparato limpiador. El algodón cardado sale por una abertura situada por encima de la de entrada, y no por el extremo opuesto de la máquina, como sucede en el sistema antiguo; de modo que el aparato ocupa, en conjunto, un espacio relativamente reducido. Pero su mayor ventaja consiste en que, merced al aumento de las tapas, puede cardar, en un tiempo dado, hasta un 40 por 100 más de algodón que las máquinas antes descritas.

El segundo invento á que nos referimos es la cardadera del inglés *Leigh* (fig. 629), en la cual, y en lugar de las tapas fijas, ó que sólo sean susceptibles de levantarse y recobrar su posición, tenemos una larga serie de tapas unidas entre sí por articulaciones, de manera á formar como una cadena sin

fin. Sostenida por guías arqueadas en la parte interior como al exterior de la máquina, y por dos rodillos giratorios, dicha cadena va circulando muy lentamente, ó sea á razón de tres centímetros de avance por minuto, de modo que cada carda, después de prestar servicio en el interior, sale al exterior y es limpiada al paso por medio de un peine y un cepillo giratorio, afilándose también los ganchitos, en caso necesario, mediante el contacto con un rodillo esmerilado.

La tercera máquina perfeccionada es la de los franceses *Plantron* y *Dela-*

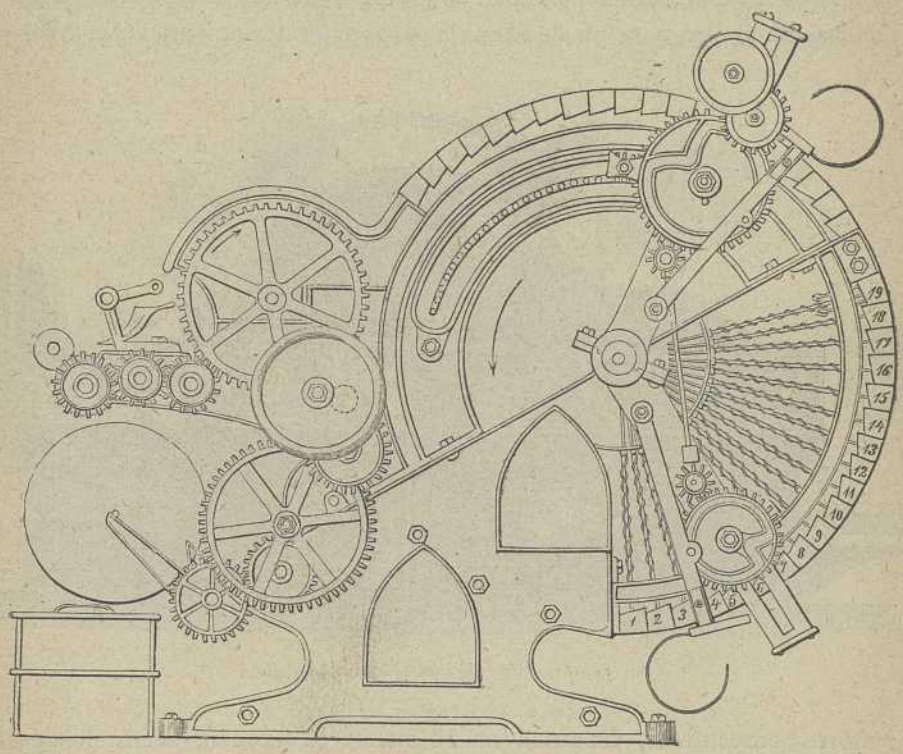


FIG. 628.—Cardadera perfeccionada de Foss y Pevey.

mare, que carece del gran tambor usual, consistiendo esencialmente en tres peinadores que giran con mucha lentitud, y entre los cuales se encuentran cilindros cardadores de diámetro más reducido, que giran con gran velocidad. Esta máquina contiene también peines limpiadores automáticos, y carda asimismo más algodón, en un tiempo dado, que las cardaderas comunes.

En la preparación del algodón destinado á formar hilados sumamente finos, se emplean las peinadoras mecánicas usadas en la filatura de la lana, y que describiremos al ocuparnos más adelante de ésta.

Las cintas de algodón procedentes de la cardadera de cilindro se someten á un *estiramiento*, mediante el que se pone el material en condiciones para dar hilados más uniformes y más resistentes. El aparato empleado al efecto se

llama estirador ó banco de estirar, fundándose su acción en el efecto de varios pares de cilindros laminadores, que giran cada uno con mayor velocidad que el anterior inmediato, determinando cierta extensión del material que pasa entre ellos. Empléanse de dos á cinco pares de cilindros para el estiramiento simple y doblado de varias cintas, y semejante sistema de laminadores se llama la "cabeza„ del estirador; componiéndose una de estas máquinas de tres, cuatro ó más de dichas cabezas, según que se trate de producir hilados más ó menos finos. La velocidad periférica de los laminadores crece de un extremo del sistema al otro, y se puede variar la proporción de aumento entre dos lami-

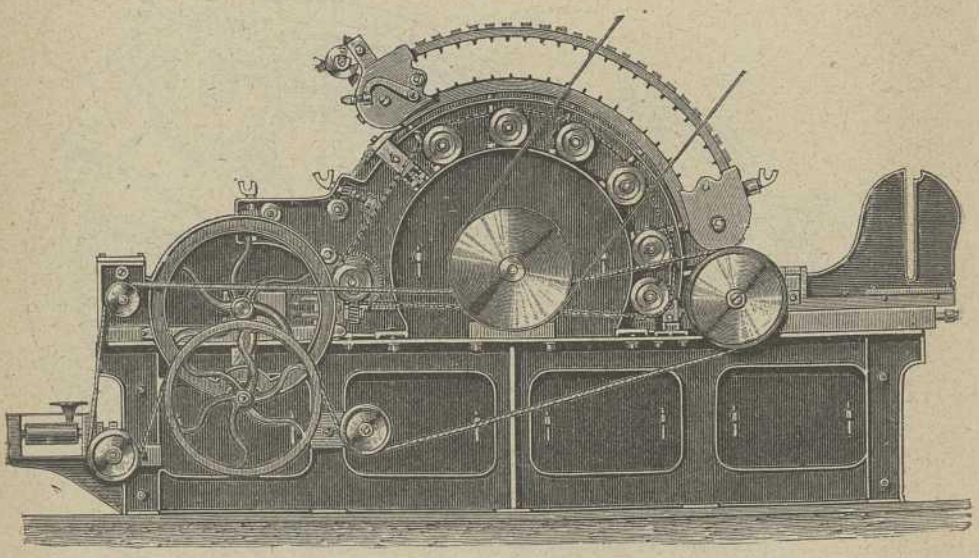


FIG. 629.—Cardadera perfeccionada de Leigh.

nadores consecutivos, estirando más ó menos el algodón, según los casos. Como quiera que esta operación no tiene por objeto adelgazar las cintas, está combinada con un doblado de éstas; es decir, que por cada cabeza del banco se hacen pasar á la vez varias cintas, cuya reunión y estiramiento repetido tienden á producir un material más uniforme. Suponiendo, por ejemplo, que en un estirador de cuatro cabezas, de tres laminadores cada una, el segundo laminador gira con dos veces la velocidad del primero, y el tercero tres veces más rápidamente que el segundo, la extensión que resulta es séxtuple; es decir, que un centímetro de la cinta de algodón, después de pasar por cada cabeza, resulta seis veces más largo que antes, de modo que al salir de la cuarta tiene un largo de $6 \times 6 \times 6 \times 6 = 1.296$ centímetros; pero no se produce el adelgazamiento correspondiente, porque las cintas se doblan (como se dice técnicamente), haciendo pasar por el estirador á un tiempo cierto número de ellas.

El estirador representado en sección transversal en la fig. 630, ostenta una cabeza de tres laminadores, que reproduce en mayor escala la fig. 631. Los cilindros tienen en realidad tres centímetros de diámetro; los inferiores, *d*, *e*, *f*, son acanalados, se extienden á todo el largo del banco, siendo comunes á las diferentes cabezas que éste reune, y giran con velocidad distinta á impulso de las correspondientes ruedecitas de engrane; en la fig. 630, el círculo punteado *m* representa la polea transmisora del movimiento, y los *n* y *o* las principales ruedas dentadas. Los cilindros superiores *a*, *b*, *c*, lisos y revestidos con una capa de fieltro y otra externa de cuero, son independientes para cada cabeza del

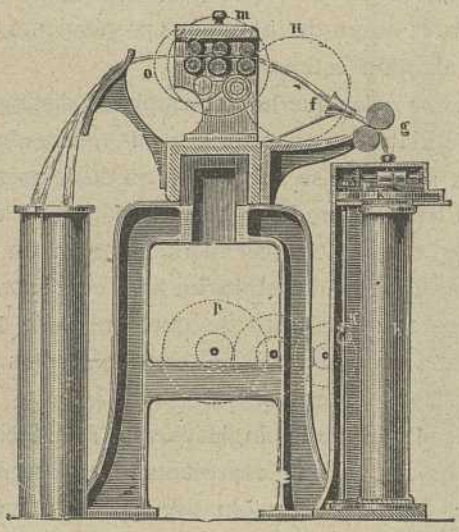


Fig. 630.

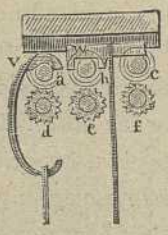


Fig. 631.



Fig. 632.

Figuras 630 á 632.—Estirador de algodón.

banco, y sobre sus extremos descansan los cojinetes *v*, *w* (fig. 631), que se pueden cargar con pesas. Detrás del banco se colocan los llamados "botes de presión„ (véase fig. 630), que contienen las cintas simples procedentes de la cardadera de afino; varias de estas cintas se reunen y pasan por los laminadores referidos, sufriendo el estiramiento correspondiente, y la cinta uniforme que sale pasa luego por el embudo *f*, y entre dos pequeños cilindros *g*, acumulándose en un nuevo bote de presión *h*. Sobre este bote se encuentra un mecanismo especial, que se mueve á impulso de la polea de transmisión *p* y varios engranajes, y obliga á la cinta de algodón á depositarse con gran regularidad dentro del bote, formando vueltas espirales, según indica la fig. 632; de esta manera se aprovecha mejor el espacio, la cinta no se enreda, y resulta prensada por el peso de su propia columna.

Los estiradores más perfectos están provistos de los llamados "vigilantes„,

ó sean pequeños mecanismos que entran en acción cuando por casualidad se rompe una cinta, y también cuando se ha llenado un bote, parando instantáneamente la máquina. En los últimos años, la acción de estos vigilantes se determina, según el sistema de *Howard* y *Bullough*, por medio de la electricidad; es decir, que la corriente producida por una pequeña máquina electromagnética, y que es continua durante la marcha normal del estirador, se interrumpe de repente, determinando la función del "vigilante„ cuando se rompe ó desgarra una cinta ó cuando queda lleno un bote. También podríamos referir varios inventos interesantes, relacionados con la acción de las pesas que gravitan sobre los laminadores, con el mecanismo de los botes de presión y con otras partes del banco de estirar. Pero no podemos detenernos más con esta máquina, debiendo ocuparnos ahora de la filatura propiamente dicha, ó sea la torsión de las cintas de algodón estiradas.

Entre las diversas *máquinas de hilar* que hoy se emplean, distínguense en primer lugar las destinadas á la filatura preparatoria y las reservadas para la filatura definitiva; las primeras, á su vez, se subdividen en dos clases de construcción distinta, según que se trata de producir una torsión, por débil que sea, que el hilo ha de conservar, ó bien de torcer fuertemente en un sentido y seguidamente en el sentido contrario, produciendo un hilo condensado, pero no torcido. En la mayoría de los casos se trata de obtener desde luego un hilo torcido, y, por consiguiente, en este trabajo consideraremos sólo las hilanderas preparatorias de la clase respectiva.

Una de las más comunes es el *flyer* de los ingleses, que, á imitación de los franceses, llamamos banco de brocas, y está representada en sección transversal en la fig. 633. Los husos ó brocas se hallan dispuestos de modo análogo al del torno de hilar de Juergens; es decir, con alas fijas á la broca propiamente dicha, y un carrete suelto atravesado por ésta; mas como en la filatura mecánica preparatoria el hilo no tiene aún la resistencia suficiente para determinar la rotación uniforme del carrete, queda encargado de ésta un mecanismo especial. Según la finura del hilado que se trata de producir, empléanse sucesivamente en la filatura preparatoria uno, dos ó tres bancos de brocas; el primero elabora las cintas finas procedentes del estirador, á cuyo efecto se colocan junto á él los botes de presión que las contienen, mientras que el segundo, y en su caso el tercero, elaboran de nuevo los hilos ya torcidos de primer intento, y los carretes correspondientes llenos (fig. 633, *a a*) encuentran la colocación debida en un soporte sujeto á la parte posterior del banco *A*. Éste sostiene en su parte superior un aparato estirador *B*, por cuyos laminadores pasan los hilos de los carretes *a a*, antes de llegar á los husos respectivos, situados delante del banco; las brocas ó varillas de los husos se prolongan inferiormente hasta el pie del banco, donde se encuentran los engranajes cónicos *n*, que los ponen en movimiento; mientras que más

arriba se encuentran otros engranajes análogos (en *i*), destinados á hacer girar los carretes. El hilo entra en los husos por una pequeña abertura embudiforme, *b*, en el extremo superior de la broca, sale en seguida por otro agujero lateral, atraviesa el ala hueca *d*, y se arrolla más abajo sobre el carrete *e*, oprimiéndolo contra el mismo el alita de presión *c*. Esta última, que se ve más claramente en la fig. 634 *(i k)*, consiste en una lámina suspendida mediante un alambre al ala del huso, y tiene por objeto, no sólo comprimir el hilo mismo, sino también apretar sus vueltas de manera que pueda arrollarse mayor cantidad de él sobre el carrete.

A medida que el hilo se va arrollando, el llamado "carro„ *C* (fig. 633), en que se apoyan los carretes, se eleva ó deprime á impulso del mecanismo de ruedas *f, g, h, i, k;* y en el momento en que los carretes quedan llenos, la máquina se pára automáticamente. La velocidad de los husos, ó sea el número de vueltas que dan en un minuto, varía según que el hilo haya de torcerse más ó menos; y uno de los mecanismos más ingeniosos de este género de máquinas, es el que determina una rotación variable ó diferencial de los husos, para compensar el efecto resultante del aumento gradual del diámetro de la husada, y, por ende, el arrollado perfectamente uniforme del hilo. Merced á las mejoras iniciadas en 1861 por *Higgins*, de Manchester, en la construcción de los husos destinados al banco de brocas, queda asegurada su marcha más veloz, regular y segura, y, por lo tanto, un rendimiento mayor de la máquina; en los tres bancos que suelen emplearse de un modo sucesivo en la filatura preparatoria, los husos ó brocas giran á razón de 1.000, 1.500 y 2.000 vueltas por minuto respectivamente. En la sección transversal de estas máquinas (fig. 633), no hay más de dos husos; pero visto de frente, un banco de brocas ostenta de cuarenta á ciento, dispuestos en dos filas horizontales.

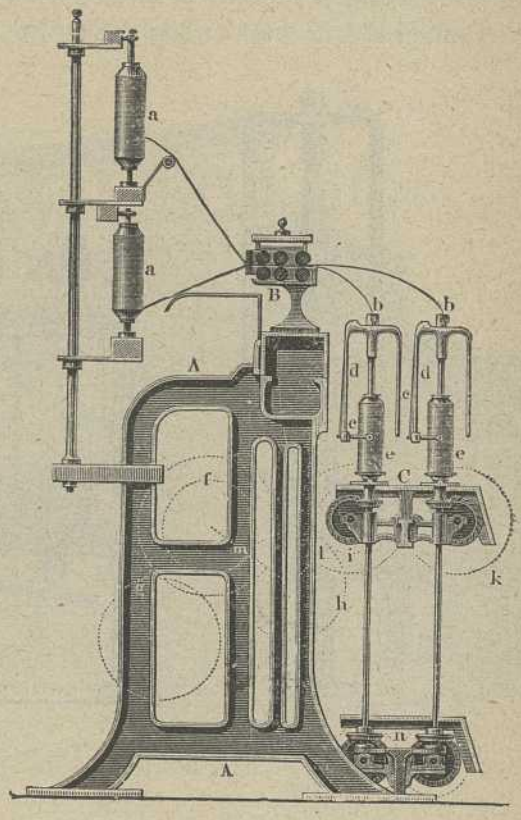


FIG. 633.—Banco de brocas.

La filatura definitiva se verifica por medio de diversas máquinas de hilar, cuya acción estriba, ora en el principio continuo de la "máquina de agua„ (*warter-machine*), ideada por Arkwright, ora en el intermitente de la "hilandera de mula„ (*mule-Jenny*), inventada por Hargreaves.

La hilandera de agua ó continua, en su forma perfeccionada (que difiere completamente de la original, compárese la fig. 615), está representada en sección transversal en la fig. 635, y es parecida al banco de brocas que acabamos

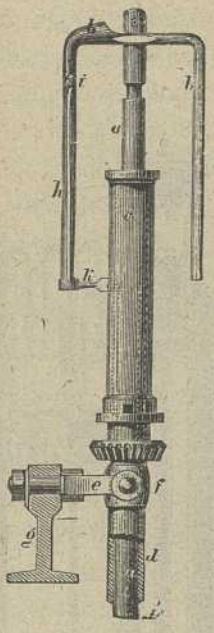


Fig. 634.—Huso del banco de brocas.

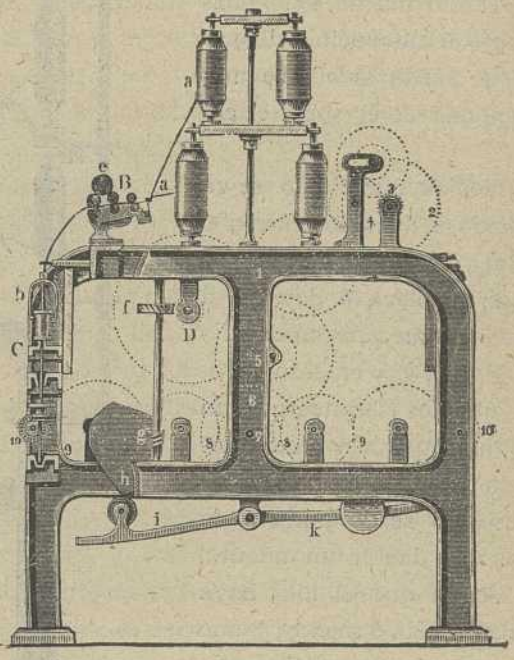


Fig. 635.—Hilandera de agua, ó continua.

de describir, puesto que comprende el estirador y el huso con carrete. La máquina es doble, es decir, que los carretes llenos, *a*, *a*, procedentes del banco de brocas (filatura preparatoria), encuentran colocación en la parte superior y media del armazón, desarrollándose en cada lado de éste una serie de estiradores y husos. El hilo, torcido de primer intento, pasa desde el carrete *a* á través del estirador *B*, sobre cuyos dos laminadores anteriores se encuentra un rodillo limpiador *e*, cubierto con paño ó felpa, y sufre más abajo la acción torcedora del huso *b*, arrollándose sobre el carrete del mismo. Los mecanismos destinados á mover los diferentes elementos de la máquina están indicados en nuestro grabado por círculos punteados; la rueda motriz principal se halla señalada con la letra *D*, y determina el movimiento de los estiradores mediante las ruedas dentadas 1, 2, 3 y 4, y el de los husos mediante las 5 á 10; mientras que

por medio de las ruedas helicoidales *f* y *g*, el disco *h*, la palanca doble *i k*, etc., se eleva, y deprime el carro portacarretes *C* á medida que el hilo se va arrollando. Al contrario de lo que sucede en el banco de brocas, no hay mecanismo especial para determinar la rotación de los carretes, encargándose de esta función, en la máquina que nos ocupa, el hilo mismo; pero como esto implica una resistencia relativamente grande, sólo pueden resistir los hilos menos finos y fuertemente torcidos, y, por lo tanto, la hilandera continua se emplea sobre todo en la producción de hilados que se destinan á la urdimbre de

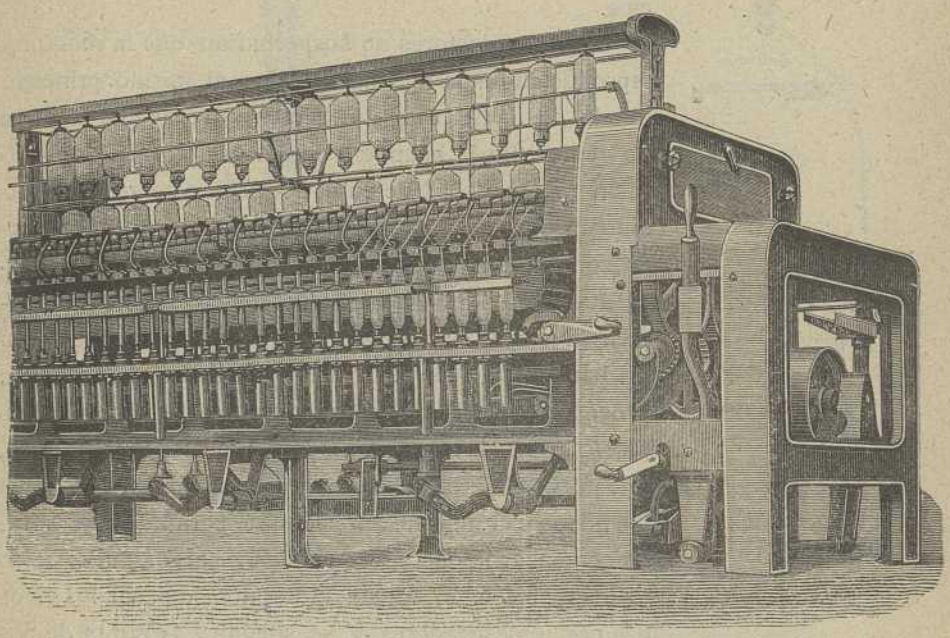


Fig. 336.—Hilandera de anillo.

los tejidos ó á los hilos retorcidos que sirven para coser y elaborar géneros de punto. Los laminadores de los estiradores giran en esta máquina á razón de 60 á 100 vueltas por minuto, sufriendo el hilo una extensión cuádruple á décuple; mientras que los husos dan 3.500 á 5.000 vueltas por minuto. En cuanto al número de husos en cada máquina, pasa generalmente de ciento.

Al mismo sistema corresponde la llamada hilandera de anillo (fig. 636), cuyo empleo es muy común en los Estados Unidos, donde se inventó. Los husos de esta máquina están desprovistos de alas, alzándose libremente cada cual en el centro de un sólido anillo metálico fijo, sobre el que circula, arrastrada por el hilo mismo, una corcheta de alambre que se llama jinete (*rider*); la fig. 637 muestra en esquema esta disposición original. Los husos mismos son de construcción sumamente ingeniosa (invento de *Rabbetti* y *Sawyer*), y po-

drían girar con la velocidad casi increíble de once mil vueltas por minuto; pero la producción de un hilo uniforme no parece compatible con una velocidad excesiva, y por esta razón dichos husos dan generalmente de 7.000 á 8.000 vueltas por minuto, siendo su rendimiento de 40 á 50 por 100 superior al de los husos de la máquina de agua.

También la hilandera intermitente ó de mula (*mule-Jenny* de los ingleses) se ha modificado y perfeccionado considerablemente desde los tiempos de Hargreaves, hasta el extremo de que se necesita cierta pericia para encontrar analogía entre su construcción primitiva y la que hoy recibe.

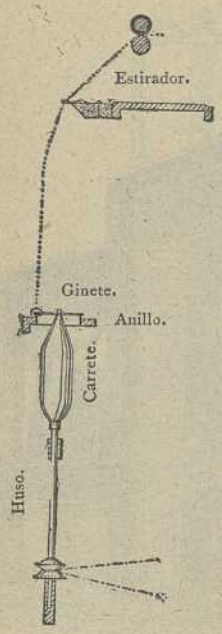


FIG. 637.
Disposición del huso y anillo en la hilandera de anillo.

Nuestros lectores no sospecharían que la máquina reproducida en la fig. 638 obedece al mismo principio que la de la fig. 614; y debemos advertir que aquélla no representa la hilandera intermitente en su construcción más perfecta, de cuya ilustración hemos prescindido en obsequio á la mayor claridad, por ser demasiado complicada.

La máquina más sencilla del género que hoy se emplea (fig. 638) se compone de dos partes principales: un banco fijo, *A*, que sostiene los husos llenos, *a a*, procedentes de la filatura preparatoria, y los estiradores *B*, y un carro *C* montado sobre ruedas y carriles, que puede alejarse del banco y aproximarse á él, y lleva los husos y el mecanismo necesario para hacerlos girar. Al comenzar la operación de hilar, se aproxima el carro lo más posible al banco, y después de pasar los hilos *a a* por los estiradores *B*, se sujetan á la punta de los husos *b*, que no llevan ni alas ni carrete.

Seguidamente se pone en marcha la máquina, y á medida que los laminadores estiran los hilos, se va alejando el carro con los husos, manteniendo aquéllos en tensión y torciéndolos parcialmente.

Cuando el carro llega al fin de su carrera, alejándose del banco cosa de metro y medio, se suspende instantáneamente el movimiento de los estiradores, mientras que los husos siguen girando un corto espacio, completando la torsión de los hilos; por razones cuya explicación nos llevaría demasiado lejos, conviene efectuar esta torsión definitiva mientras quedan paralizados los estiradores y el carro. Después, el operario encargado de la máquina empuja el carro hacia el banco, mientras los hilos torcidos se arrollan sobre los husos.

Para que esto suceda, es preciso que los hilos, que durante la torsión for-

maban con los husos un ángulo obtuso, se extiendan bajo un ángulo recto, á cuyo efecto se deprimen por medio de un alambre que se extiende horizontalmente sobre el carro y se halla sujeto á las palancas encorvadas *c d*.

Las poleas de transmisión y ruedas de engrane que se ven en el grabado en las partes superior y posterior del banco, determinan la acción de los estiradores, así como la primera carrera del carro, ó sea su desviación de la máquina; esta carrera no es uniforme, sino que conviene que se verifique más

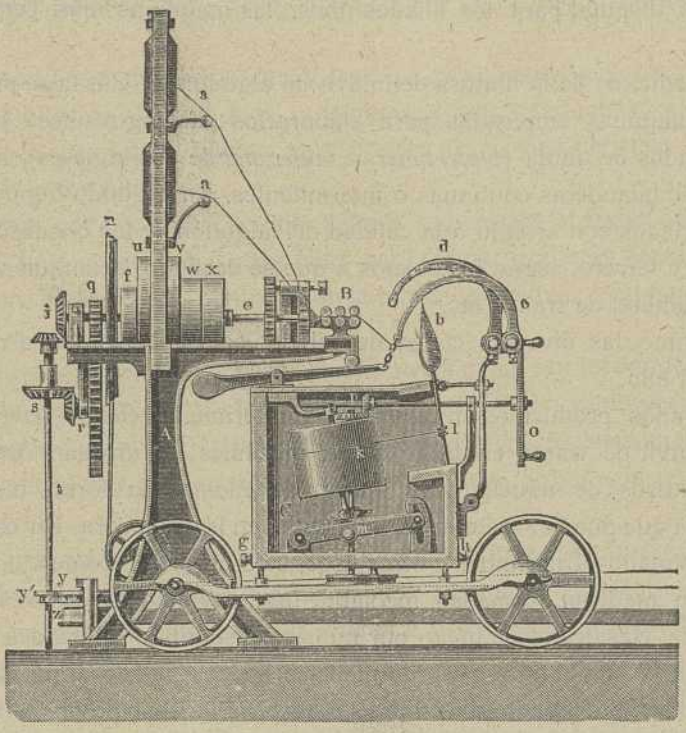


FIG. 638.—Hilandera intermitente, ó de mula.

despacio en su último tercio, lo que entraña cierta complicación en los engranajes.

La polea *n* y la cuerda correspondiente transmiten el movimiento á los tambores *k*, situados en el cuerpo del carro, los cuales, á su vez, hacen girar los husos mediante cuerdas y pequeñas poleas, *l*. La manivela *o* y el engranaje cónico *p* sirven para hacer girar los husos á mano, á fin de arrollar los hilos torcidos durante la carrera de vuelta del carro.

Semejantes hilanderas reciben generalmente de 200 á 300 husos; pero se construyen también con un número mayor de ellos, en cuyo caso, en vez de colocarse el mecanismo motor en un extremo, queda montado en la parte media del conjunto.

Dijimos ya que la construcción que dejamos descrita no es la más perfecta; y, en efecto, existen máquinas de este género en las que todos los movimientos referidos se verifican automáticamente. Tales son los llamados *self-actors*, cuya invención se remonta al año 1885 y se debe á *Roberts* de Manchester, construyéndose hoy día de diversas maneras por todo extremo ingeniosas, y en muchos casos con 800 á 1.000 husos. Su mecanismo es necesariamente más complicado que el de las hilanderas de mula ordinarias; pero las ventajas que ofrecen sobre éstas son tales, que se encuentran en uso en muchas fábricas, siendo, sin disputa, para los hilados finos, las máquinas más perfectas que existen.

Los productos de la filatura definitiva de algodón se clasifican primero según las máquinas empleadas para elaborarlos, distinguiéndose hilados de agua é hilados de mula (*watertwist* y *muletwist* de los ingleses), según que procedan de hilanderas continuas ó intermitentes. En segundo lugar, se clasifican los hilados con arreglo á la calidad del algodón y las condiciones de torcedura; y tercero, según los objetos á que se destinan, distinguiéndose hilados de urdimbre, de trama, etc.

Por último, las diversas clases de hilados se clasifican con arreglo á la firmeza del hilo.

Los hilados producidos en la máquina intermitente (*mule Jenny*) y destinados á servir de trama en la tejeduría mecánica, se arrollan desde luego sobre los husos de aquélla, y se retiran de ellos en la forma más conveniente, para que puedan meterse directamente en la lanzadera. En cambio, los hilados destinados á urdimbre y otros usos, se entregan al comercio, por regla general, en madejas, formadas mediante una devanadera de circunferencia determinada, clasificándose luego por números, según la finura del hilo. Esta clasificación se funda en el peso de madejas iguales por la longitud del hilo, siendo evidente que cuanto más fino es el material, menos pesan las madejas y mayor ha de ser el número de éstas, correspondiente á un peso determinado. Según el sistema inglés, que todavía predomina, ese peso es la libra, y la finura de los hilados queda indicada por el número de madejas de cada clase que corresponde á dicha unidad; la circunferencia de la devanadera inglesa es de 1,5 yardas (varas), ó sean 54 pulgadas inglesas, y 560 vueltas de ella dan la madeja reglamentaria; ésta consiste, por lo tanto, en un hilo de 2.520 pies, ú 840 yardas, equivalentes á 761 metros; y se designa con el número 100, por ejemplo, un hilado del que se necesitan cien madejas, ó sean 84.000 yardas para una libra de peso. La devanadera francesa tiene una circunferencia de 1.326 milímetros, y 700 vueltas de ella producen una madeja de 1.000 metros; la unidad de peso es el medio kilogramo (500 gramos), y los números de las diferentes clases de hilados indican el número de madejas de mil metros que componen dicha unidad. Para los tejidos ordinarios de algodón (percales)

y géneros de punto se emplean los hilados de los números 30 á 60, y para batistas finas y muselinas, los números 150 á 250; pero para demostrar hasta qué grado de finura puede llevarse la filatura del algodón, la casa Vautroyen y Mallet de Lille (Francia) presentó en la última Exposición de Londres hilados del núm. 600, y muestras de encajes y muselinas hechas con ellos; mientras que los fabricantes ingleses Holdsworth y Compañía, de Manchester, expusieron un hilado del número 2.150, es decir, del en que entraban 2.150 madejas, ó sean 1.800.000 yardas en una libra. Claro está que este producto no tenía valor práctico; pero debe mirarse como un triunfo de la filatura mecánica.

Para coser, hacer media, bordar, y también para ciertos géneros de tejidos, se necesitan hilos de algodón más resistentes, duros y redondos que los que resultan desde luego de la filatura propiamente dicha, y se obtienen doblando y retorciendo estos últimos.

Entiéndese por "doblado,, como dijimos más arriba al tratar del algodón cardado, la reunión de dos ó más hilos para formar uno más fuerte, torciéndolos primero en el sentido contrario de la torsión primitiva, y luego retorciéndolos en el mismo sentido que ésta.

Semejantes operaciones se verificaban antes á mano por medio del torno de hilar; pero hoy se emplean al efecto hilanderas mecánicas continuas ó intermitentes (de agua ó de mula), en las cuales se sustituyen los estiradores por dos pares de laminadores que giran con igual velocidad, y, por consiguiente, no estiran los hilos.

Semejantes máquinas de retorcer, como se llaman, se construyen por lo general con arreglo al sistema continuo, bien sea como la máquina inglesa de agua, bien como la americana de anillos. Los carretes con los hilos sencillos se colocan en la parte superior de la máquina, y se hacen pasar simultáneamente dos ó más de dichos hilos por un anillo, y en seguida por los laminadores referidos, y de éstos á los husos destinados á retorcerlos. La operación se verifica, por lo común, en seco; pero para obtener ciertas clases de hilos de coser muy resistentes, tanto de algodón como de lino, yute y otras materias textiles vegetales, se mojan los hilos sencillos en agua. Según el sistema inglés, los hilos, al desarrollarse de los carretes, pasan por pequeños recipientes de agua colocados detrás de los laminadores de la máquina de retorcer; mientras que, con arreglo al sistema escocés, dichos recipientes se encuentran debajo de los laminadores, de modo que los cilindros inferiores de éstos resultan continuamente bañados por el agua.

Para que nuestros lectores se formen una idea del desarrollo y la importancia actual de la filatura mecánica del algodón, diremos que en 1832 el número de husos que funcionaban en Europa en esta industria era de 11.800.000 próximamente, mientras que en 1885 pasaba de 66.500.000. En esta última

fecha calculábase en cerca de 82 millones el número de husos algodoneros empleados en Europa, los Estados Unidos y la India inglesa, distribuídos entre los diferentes países, como indica el estado adjunto:

PAÍSES	Número de husos.
Gran Bretaña	44.349.000
Estados Unidos	13.250 000
Francia	4.927.000
Alemania	4.900.000
Rusia	4.000.000
Austria-Hungría	2.077 000
India inglesa	2.048.000
Suiza	1.880.000
España	1.855.000
Italia	1.200.000
Bélgica	800.000
Suecia y Noruega	310.000
Holanda	250.000
TOTAL	81.846.000

La cantidad de algodón elaborada anualmente en Europa fué, por término medio, de 518.000.000 de kilogramos en el período de 1846 á 1850; mientras que en el de 1866 á 1870 se elevó á 1.040.000.000, calculándose en 1.156.000.000 para 1882.

Filatura mecánica de la lana.—La importante materia textil de cuya filatura vamos ahora á ocuparnos, sufre generalmente un lavado previo en el cuerpo de la oveja, y después del esquileo se clasifica, pues varía mucho su calidad en las diferentes partes del animal. Distinguense las lanas super-electa, electa, prima, segunda, tercia, etc., ó bien se designan las diversas clases con las letras *A A A*, *A A*, *A*, *B*, *C*. Además, y por razones expuestas anteriormente (pág. 538), se establece una distinción rigurosa entre las lanas cortas y rizadas y los estambres ó lanas largas y lisas, cuyas dos clases fundamentales son objeto de elaboraciones distintas, que constituyen hoy dos industrias separadas. Consideraremos, pues, en primer lugar, la preparación y filatura de las lanas cortas ó de cardeo, y después el estambre.

Lana de cardeo.—La primera operación á que se somete consiste en un lavado con lejía de jabón ó álcalis, que tiene por objeto disolver y eliminar la suarda (sudor, grasa), que está adherida á los pelos; lavado que antes se hacía á mano, pero que hoy se verifica por medios mecánicos. El aparato, llamado *leviatán*, consiste en grandes tinas de hierro, en las cuales se revuelve la lana, mediante agitadores mecánicos, con lejías de jabón ó de álcalis, de

diverso grado de concentración, empezando con la lejía más fuerte; al pasar de de una tina á otra, la lana se estruja entre dos cilindros giratorios, para que suelte la lejía; luego se enjuaga ó aclara con agua pura, se somete á un centrífugo para desprender el resto de líquido, y, por último, se seca completamen- en aparatos construídos al efecto.

La lana lavada y seca se ahueca y limpia de las impurezas sólidas extrañas (paja, semillas, etc.) por medio de batidores mecánicos análogos á los empleados con el algodón; es decir, que consisten esencialmente en un árbol ó cilindro giratorio con varillas ó púas, situado dentro de una caja, cuya tapa está erizada interiormente de púas iguales. Se construyen estas máquinas de diversas maneras, en vista de las diferentes clases de lanas é impurezas que contienen; pues las lanas dichas coloniales, es decir, que se importan desde Australia, el Cabo, etc., reclaman un desbrozado más enérgico, por contener muchas semillas. En lugar del desbrozado mecánico, se puede proceder por la vía química, sometiendo la lana á la acción de ácidos líquidos ó de vapores ácidos, que destruyen las impurezas vegetales (semillas, paja, etc.), y lavándola luego en lejías alcalinas. Además, para que la lana se ahueque mejor y no se desgarre tanto bajo la acción de las cardas, así como para facilitar su estiramiento ulterior, se promueve su suavidad ó flexibilidad engrasándola; á cuyo efecto se rocía, según su calidad, con una porción mayor ó menor (10 á 20 kilogramos por 100) de aceite de olivas ú oleína, haciéndola pasar nuevamente por el batidor, á fin de que la grasa quede bien repartida.

Sigue la cardadera de la lana, para la cual se emplean cardaderas distintas de las usadas en la filatura del algodón. En lugar de las tapas fijas de éstas, tienen aquéllas cuatro ó seis cardas cilíndricas giratorias de corto diámetro, dispuestas en torno del cilindro ó tambor pricipal, y que se llaman "obradores„, combinados con rodillos también revestidos con cardas metálicas, y destinados á volver la lana. Además, en la parte anterior del tambor principal, y dispuesto por encima del peinador, se encuentra una carda cilíndrica relativamente grande, llamada "volante„, que gira con gran velocidad y cuyos ganchitos ó dientes largos y rectos penetran entre los del tambor, soltando los pelos y dejándolos en mejor disposición para que los recoja el peinador. Un sistema completo de cardaderas, destinado á preparar las lanas cortas, se compone de tres máquinas distintas: una cardadera preparatoria, combinada frecuentemente con un aparato desbrozador; una cardadera de afino, y una cardadera hiladora ó continua, que deja la lana en disposición para la filatura propiamente dicha. Las dos primeras máquinas no se diferencian esencialmente una de otra, salvo que las cardas de la segunda son más finas que las de la primera, y que ésta entrega la lana en forma de un vellon continuo más ó menos suelto, mientras que la cardadera de afino la deja convertida en cintas de cierta anchura y consistencia. En cambio, el tercer aparato del siste-

ma, ó sea la cardadera hiladora, se diferencia de las anteriores por el mayor número de cardas cilíndricas, y sobre todo por el aparato á que debe su nombre, y está destinado á convertir la lana en 20 ó 30 cintas estrechas y continuas, más ó menos redondeadas y ligeramente torcidas.

La fig. 639 da idea de la disposición del aparato de que hablamos. El peinador *P*, que toma la lana del tambor *T*, no se halla revestido con una carda metálica continua, sino con una serie de cardas estrechas, separadas por tiritas de cuero; de este modo no se reparte la lana sobre la superficie en forma de vellon continuo, sino en fajas, que se convierten en cintas de cierta consistencia, bajo la acción del peine *H*. Estas cintas pasan entonces por una especie de laminador, compuesto de dos bandas continuas de cuero, *N*, *M*, que circulan cada una en torno de dos rodillos, rozando ligeramente una con otra, y que comprimen y redondean las cintas; y en seguida se arrollan éstas sobre el carrete *S*, cuya rotación uniforme determina el rodillo *W*.—*F* es una guía que recibe un movimiento horizontal de vaivén, merced al cual las cintas se arrollan en vueltas cruzadas, lo que facilita después su desprendimiento del carrete. En los extremos del tambor *T* de la cardadera, nunca resulta la lana igualmente distribuída, y por esta razón las dos cintas correspondientes, ó sean las externas, se arrollan por separado sobre dos carretes, *O O*, movidos por el arbolito *E*. En las cardaderas hiladoras de nueva construcción el peinador está revestido con una carda continua, y la división del vellón en cintas se verifica por medio de un mecanismo especial, en el que el elemento principal es una serie de correítas de cuero ó cintas de acero oscilantes, combinada con el peine.

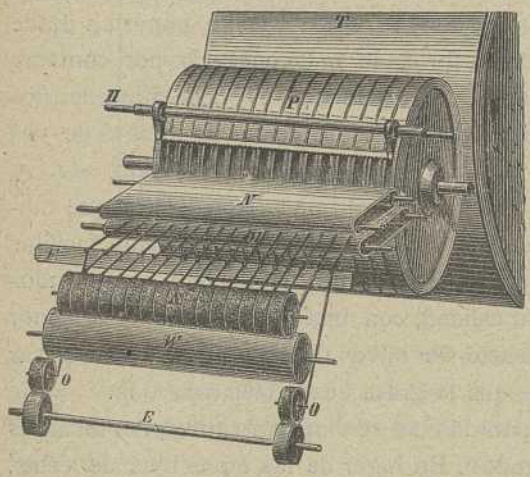


FIG. 639.—Cardadera hiladora, para lana corta.

La filatura de las cintas procedentes de la cardadera hiladora se verifica tanto en hilanderas continuas del sistema inglés ó del americano (de anillo), como en hilanderas intermitentes ó de mula *(self-actors)*, cuya construcción no difiere en el fondo de las empleadas para hilar el algodón, salvo cierta modificación de los estiradores. Los hilados destinados á la urdimbre de los paños se hacen más fuertes, y se tuercen más que los destinados á la trama, los cuales deben quedar más blandos, á fin de que se fieltren mejor bajo la acción del batán.

La finura de los hilados de lana de cardeo se determina también, como en

los de algodón, con arreglo al número de madejas que componen una libra de peso; pero la medida de las madejas varía en los diferentes países. En Prusia, el hilo que forma la madeja tiene 2.200 varas prusianas de largo, mientras que en Sajonia queda reducido á 1.200 varas, y en Austria no pasa de 787'5; pero se está gestionando para uniformar estas medidas sobre la base del sistema métrico decimal.

Lana estambrera.—Los hilados de estambre, que se clasifican en duros y blandos, según que estén más ó menos torcidos, reclaman lanas largas, uniformes y más lisas ó menos rizadas que las que se destinan á la fabricación de paños. También desempeña en dichos hilados un papel importante el brillo natural, y de aquí la aceptación de que vienen gozando entre nosotros las lanas de Australia y la Nueva Zelandia. Por la misma razón se aprecian también las lanas largas y suaves de la vicuña *(Auchenia Vicunna)*, y del paco ó alpaca *(Auchenia Paco)* de las cordilleras del Perú, Bolivia y Chile; así como los pelos sedosos y lustrosos de la cabra de Angora (Asia Menor). Para los hilados duros de estambre son preferidas las lanas de las razas ovejunas inglesas de Leicester y Lincoln y sus variedades.

En la preparación de las lanas estambreras, todas las operaciones se encaminan principalmente á aprovechar y conservar el largo de los pelos; y por consiguiente, es preciso proceder con más cuidado y precauciones mayores que con las lanas cortas. El desbrozado y ahuecamiento de los estambres tiene lugar, por lo mismo, mediante batidores especiales, que trabajan con menos violencia, y dichas operaciones preceden en este caso al lavado. Este se verifica también en las máquinas ó leviatanes descritos más arriba; pero se limita en lo posible la acción de los agitadores, que tiende á fieltrar la lana, y se evita asimismo en los baños el empleo de álcalis (sosa), lavando generalmente con una lejía de jabón, pura, neutral y diluída. Después de enjuagada varias veces con agua fresca, se extiende la lana húmeda sobre telas metálicas en un aparato cerrado, y se promueve la evaporación del agua por medio de un ventilador que aspira aire calentado de antemano.

La lana, no demasiado seca, se carda luego sin engrasar, ó engrasada sólo con uno por ciento de aceite. Las cardaderas empleadas (fig. 640) se diferencian de las que se usan para lanas cortas, en varios particulares: en primer lugar, contienen cilindros desbrozadores, que hacen las veces de un batidor, y las de construcción más reciente tienen además el llamado *avantrén*, que viene á ser una cardadera preparatoria, consistiendo en un tambor de cardar, de diámetro mucho mayor que el principal, pero rodeado, como éste, de cardas cilíndricas obradoras y de los correspondientes rodillos para volver la lana. Las cardas mismas tienen ganchitos ó dientes más largos y más espaciados que las empleadas para lanas cortas; y para que resulten más elásticas, su base no consiste en cuero, sino en una tela de algodón ó mixta de lana, revestida con

cautchuc. Lo mismo que en las cardaderas de algodón, el vellón desprendido por el peinador se reune, mediante un laminador y un embudo, para formar una

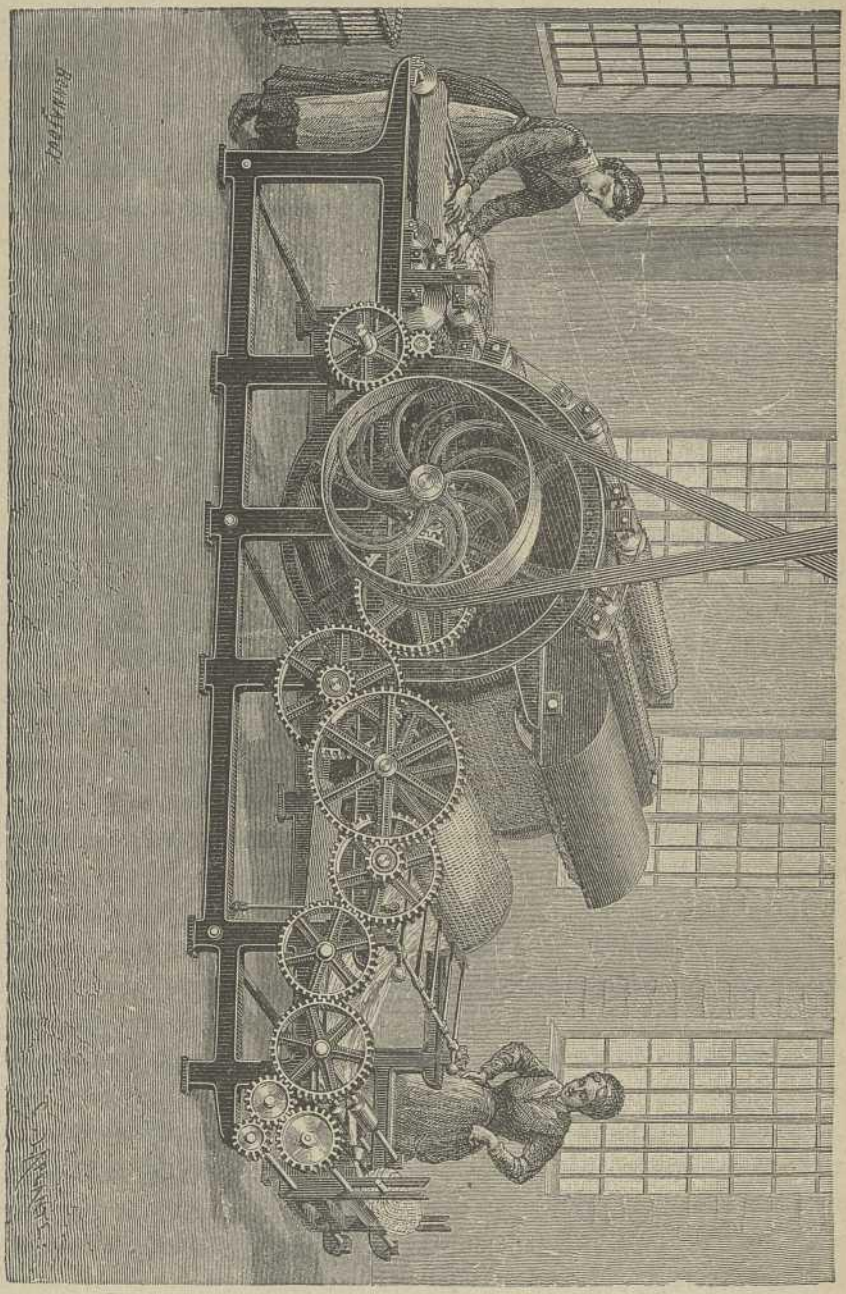


FIG. 640.—Cardadera estambrera.

cinta, como indica más claramente la fig. 641, y esta cinta se va arrollando sobre un carrete en vueltas cruzadas.

Las cintas procedentes de la cardadera se doblan y estiran en la máquina respectiva, cuya vista general reproduce la fig. 642, y cuya acción muestra más claramente la fig. 643. Dado el largo de los pelos y su tendencia á torcerse, es necesario introducir entre los laminadores cilindros poblados de finas púas ó agujas, las cuales, penetrando en las cintas, separan los pelos y los mantienen paralelos entre sí. Los carretes llenos de la cardadera se colocan en un estante situado detrás de la máquina de estirar (váase la fig. 642), y dos, tres ó cuatro cintas pasan por otros tantos embudos, *o o* (fig. 643); después, entre el primer par de cilindros, *a*, de los cuales el inferior es acanalado; luego sobre el cilindro de púas *p*, cuya función dejamos ya señalada, y luego, entre el par de cilindros estiradores *b*, que giran más velozmente que *a*. El cepillo *B*, que se ve sobre el cilindro superior *P*, está destinado á mantener limpia la superficie de éste. Sobre la mesa articulada *r r* convergen y se juntan las cintas, pasando entonces juntas por otro sistema estirador, *c p' d*, igual al primero; y después de sufrir una compresión en el laminador de cuero *T T'*, pasa la cinta compuesta ó doblada por el embudo *o'* y se arrolla sobre el carrete *R*. Estas operaciones del estirado y doblado se repiten hasta tres veces en máquinas iguales á la descrita, pasando de una en otra los carretes llenos, y las cintas obtenidas en la última máquina estiradora se hallan listas entonces para el peinado.

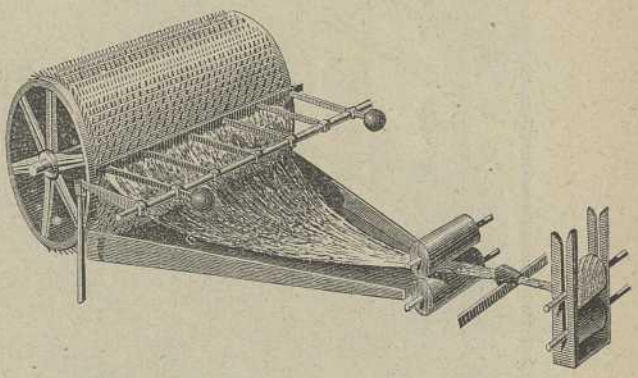


FIG. 641.—Formación de las cintas en la cardadera estambrera.

Esta operación tiene por objeto separar los pelos más cortos de los más largos, de modo que éstos compongan cintas más homogéneas y de superior calidad, disponiéndose también con mayor regularidad (paralelismo) todavía que cuando salen de la máquina de estirar. Las ingeniosas máquinas de peinar se construyen principalmente con arreglo á tres sistemas distintos, según el producto especial que están llamadas á dar. Estos sistemas son los de *Noble*, *Lister* y *Heilmann*, de los que el último es el que más generalmente se emplea, aplicándose también al peinado del cáñamo y del algodón.

La fig. 644 reproduce los elementos principales de la peinadora *Heilmann-Schlumberger: A* es el alimentador, compuesto de una rejilla y un peine plano; estando la máquina en marcha, se abre periódicamente ese alimentador, y después de avanzar un poco y cerrarse sujetando las cintas de estambre *L*,

recobra su posición primitiva llevando consigo cierta porción de dichas cintas, que sobresale entonces en el borde inferior. Las piezas *B* y *P*, que juntas constituyen como unas tenazas de boca ancha, sujetan inmediatamente las cintas, y entonces el peine cilíndrico *C* desempeña su cometido, pinando la porción libre. La superficie de este cilindro se halla dividida en cuatro partes, dos

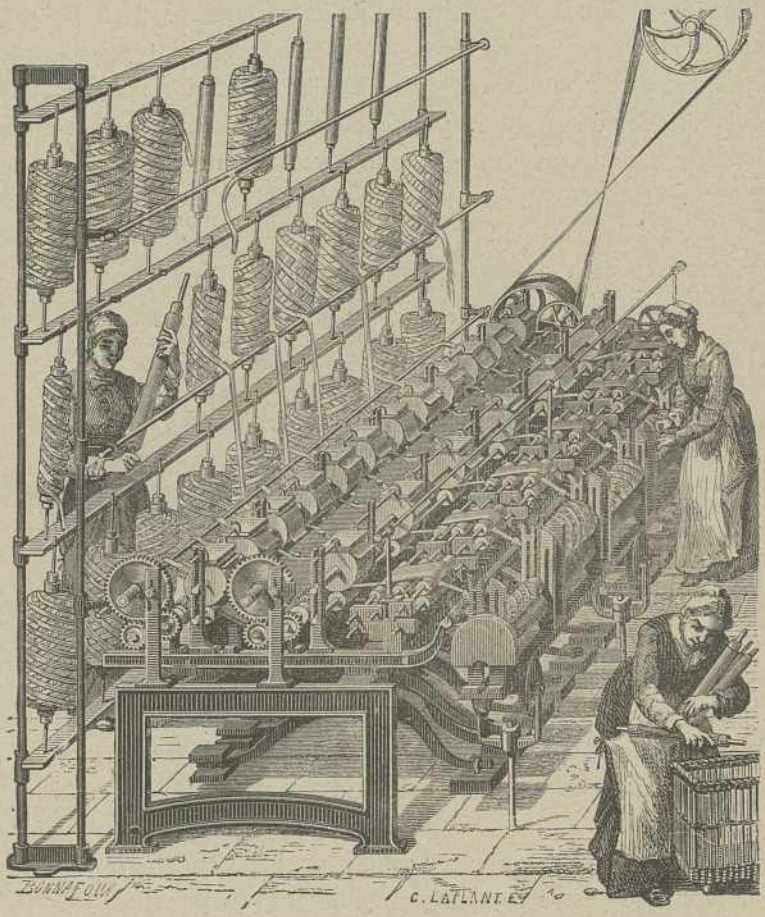


FIG 642.—Máquina de doblar y estirar el estambre.

de las cuales están ocupadas por series de finos peines, mientras que las dos restantes se encuentran cubiertas por almohadillas de cuero; una de éstas se desliza seguidamente (girando el cilindro) debajo de la barba peinada de estambre, y mientras un peine recto, *D*, sujeta ésta, un rodillo acanalado, *V*, la arranca ó desgarra, dejándola fija entre dos rodillos lisos. Acto continuo se abre el alimentador, se repiten las operaciones descritas, y la nueva barba, peinada y arrancada, se introduce entre los rodillos referidos, de modo que su borde inferior queda unido de nuevo (por compresión combinada con un movimiento

de avance del rodillo superior) á la barba anterior, y el conjunto pasa sobre un cuero sin fin, *T*, al embudo *E*, convirtiéndose en cinta con la ayuda de un

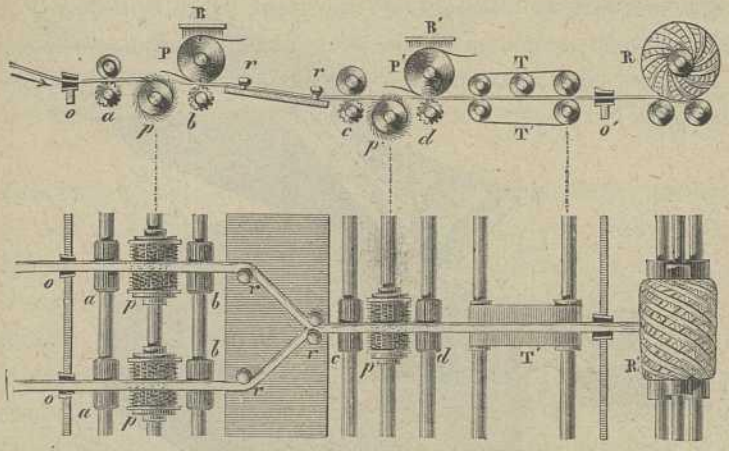


FIG. 643.—Detalles de la máquina de doblar y estirar estambre.

pequeño laminador, y cayendo entonces en el bote *J*. Las figuras 645 y 646 dan una idea muy clara de las funciones referidas: en la primera se ve las posi-

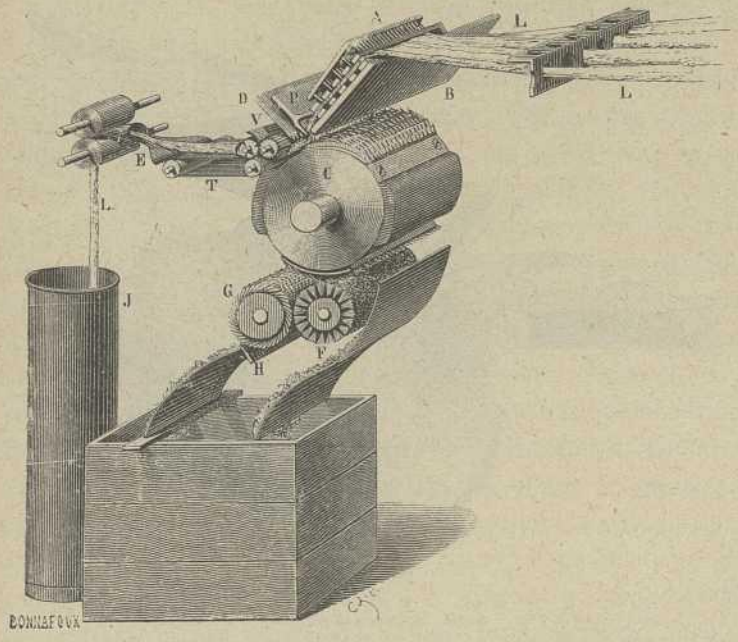


FIG. 644.—Peinadora Heilmann-Schlumberger.

ciones respectivas de las piezas al tiempo de peinarse la barba de estambre, mientras que la segunda representa el mecanismo con la barba sujeta por el

peine *D*, sobre una almohada del cilindro, en el acto de ser desgarrada por el rodillo acanalado *c*. Los pelos cortos separados de las cintas y retenidos por

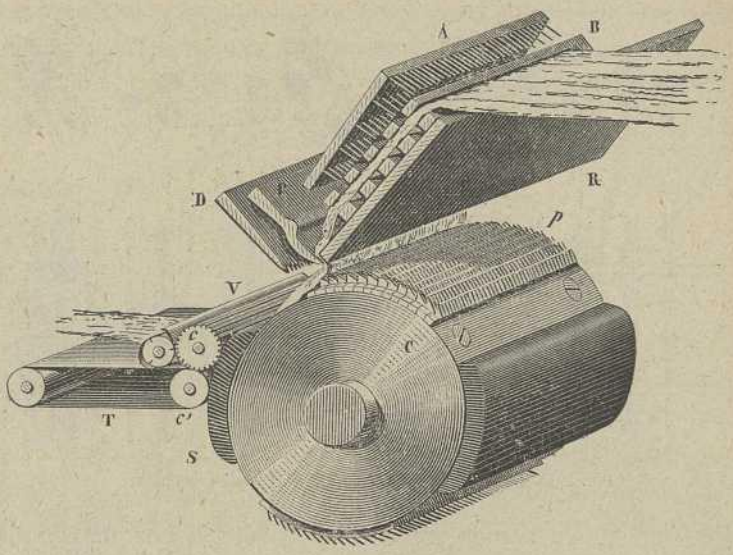


Fig. 645.

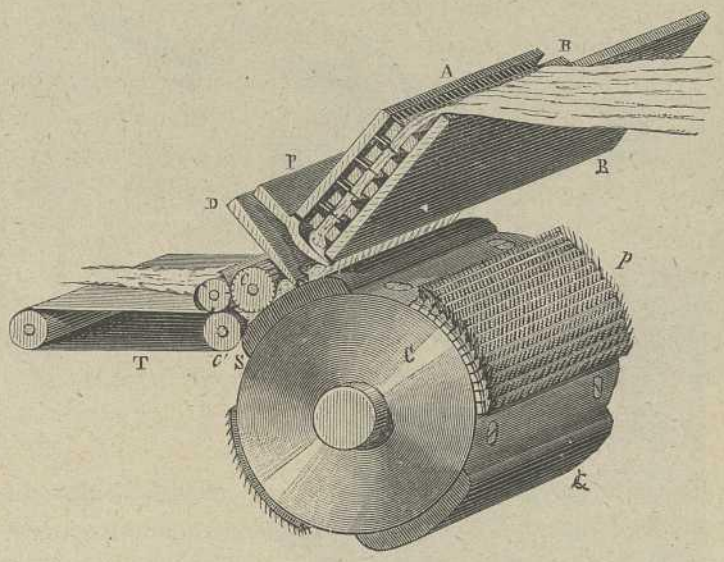


Fig. 646.

Figuras 645 y 646.—Acción de la peinadora Heilmann-Schlumberger.

el peine cilíndrico, se quitan en la parte inferior de la máquina mediante un cepillo cilíndrico *F* (fig. 644), que los entrega á la carda cilíndrica *G;* un peine recto, *H*, los separa de ésta, y caen entonces en una caja para ser recogidos y

aprovechados. Las cintas de estambre peinadas se vuelven á doblar y estirar en las máquinas ya descritas, y arrolladas, por último, sobre grandes carretes, se someten á un baño de agua de jabón, que tiene por objeto principal desengrasarlas. Después se hacen pasar por una máquina de planchar, que consiste esencialmente en una serie de cilindros huecos de hierro, calentados á vapor, que las secan y alisan; y arrollados sobre carretes, ó en los llamados botes de presión de que hablamos al tratar del algodón, quedan disponibles para la filatura.

Consiste ésta en dos operaciones: la filatura preparatoria, que se verifica por medio de bancos de brocas (fig. 633), ó bien mediante máquinas de estirar y doblar, de construcción especial; y la filatura definitiva, en la que se emplean hilanderas continuas ó intermitentes *(self-actors)*, iguales á las usadas con el algodón, salvo las modificaciones necesarias de los estiradores.

Según su calidad, se designan los hilados de estambre con las letras *A A A* (la clase superior), *A A*, *A*, *B*, *C* y *D;* pero respecto de la clasificación por el grueso del hilo, basada en el número de madejas que corresponde á la unidad de peso, no existe conformidad entre Inglaterra, Francia y Alemania, que son los tres países en donde se encuentra más desarrollada la industria estambrera. La madeja inglesa tiene 560 yardas (varas), siendo la unidad de peso la libra; la francesa es de 720 metros, y la unidad el medio kilogramo (500 gramos); mientras que los fabricantes alemanes producen madejas de 1.000 metros y toman por unidad de peso el kilogramo entero.

Filatura mecánica del lino y la estopa.—Aunque con el invento de la filatura mecánica del algodón quedaba señalado el camino que debía seguirse en la elaboración de las demás materias textiles, los que primero se ocuparon en hilar el lino á máquina, tropezaron con serias dificultades, merced al largo y la dureza de las fibras; y los obstáculos no se hubieran vencido tan pronto acaso, si Napoleón I, en un decreto del año 1810, no hubiera ofrecido un premio cuantioso al que resolviera el problema. La consecuencia inmediata fué que durante los años de 1810 á 1818, el francés *Girard* obtuvo varios privilegios de invención, relativos á máquinas para preparar é hilar el lino, y debe considerarse, por tanto, como el fundador de la industria que nos ocupa. Pero los primeros frutos de sus inventos maduraron en Inglaterra, donde se tuvo conocimiento de los aparatos de Girard en 1820, y donde la primera filatura mecánica de *Marshall*, en Leeds, contaba en 1830 con 20.000 husos. Desde entonces se fué desarrollando esta industria en otros países; pero el Reino Unido de la Gran Bretaña siguió siempre á la cabeza, y cuenta en la actualidad con 1.460.000 husos mecánicos de lino, próximamente, mientras que Francia tiene 620.000, Bélgica 200.000, Austria 340.000, Alemania 280.000, Rusia 90.000 y los Estados Unidos de América 100.000. Funcionan, pues, en suma, más de tres millones de dichos husos.

Al tratar más arriba de la preparación del lino para la filatura mecánica, dijimos que el rastrillado, que sigue á las operaciones del agramado y espadillado, se practica preferentemente en las fábricas de hilados por medio de máquinas especiales. En efecto: los rastrillos mecánicos se han adoptado ya en todas partes, si bien los de mano siguen empleándose, tanto para rastrillar el lino de primer intento antes de someterlo á la máquina, como para dar la últi-

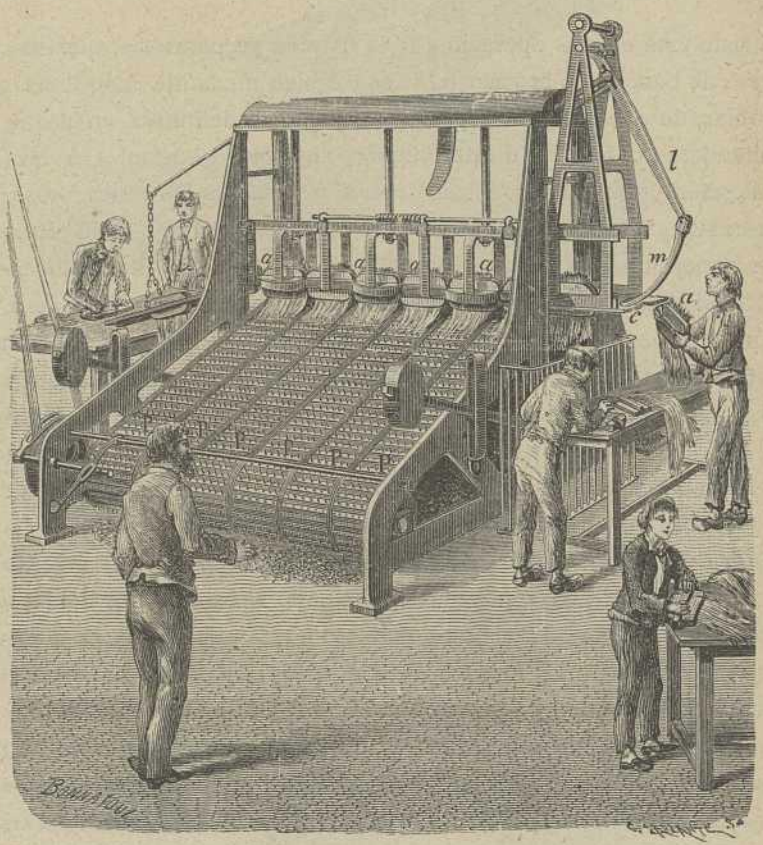


FIG. 647.—Máquina de rastrillar lino.

ma mano al lino ya rastrillado mecánicamente, que se destina á los hilados más finos. En Bélgica, antes de proceder al rastrillado de los linos más finos, se someten á una máquina especial que les arranca las partes inferior y superior de los tallos, cuyas fibras no son de tan buena calidad como las de la parte media; este lino "cortado„, como se le llama, sirve para las clases más finas de hilados.

El trabajo de la máquina de rastrillar consiste en un peinado enérgico de las fibras, por medio de series de rastrillos dispuestas paralelamente en forma de telas sin fin, que circulan en torno de dos cilindros. El lino sometido á la

operación se sujeta en pequeñas porciones por medio de las llamadas "pinzas„, consistentes en dos tablitas comprimidas por una argolla. En la fig. 647, que representa un rastrillo mecánico, se hallan señaladas dichas pinzas con la letra *a;* se van introduciendo en un lado de la máquina (á la derecha), y van avanzando gradualmente hacia el lado opuesto, sufriendo el lino, al paso, la acción de seis rastrillos, *P P*, que circulan de continuo, y cuyos dientes son cada vez más finos. El elemento mecánico que hace avanzar las pinzas á través de la máquina, es la palanca *l m*, que empuja periódicamente toda la fila hacia la izquierda. De este modo salen una tras otra las pinzas con el lino rastrillado, deslizándose sobre unas guías inclinadas hacia una mesa, en la que se recogen y abren para volver el lino, puesto que la parte sujeta por las pinzas ha quedado sin rastrillar. Tratándose de una máquina sencilla, como la que reproduce nuestro grabado, la operación de abrir las pinzas no procede hasta que éstas han pasado dos veces por el aparato, presentando sucesivamente á los rastrillos las dos caras del lino; de modo que una misma porción de lino tiene que pasar cuatro veces. Pero se abrevia la operación empleando máquinas dobles, esto es, con dos series de rastrillos, dispuestas una en cada lado (ó, si se quiere, delante y detrás) del puente de las pinzas; de esta manera se rastrillan simultánea ó alternativamente ambas caras del lino, y las pinzas sólo pasan dos veces por la máquina; la segunda vez después de abiertas para volver su contenido. Debajo de los rastrillos hay una serie de cardas ó cepillos cilíndricos que giran rápidamente, apartando la estopa adherida á aquéllos y depositándola en unas cajas. Debemos añadir que, para evitar la pérdida de tiempo y los gastos que ocasiona la sujeción á mano del lino en las pinzas, los franceses *Combes* y *Barboux* han inventado recientemente un mecanismo que se encarga de este trabajo.

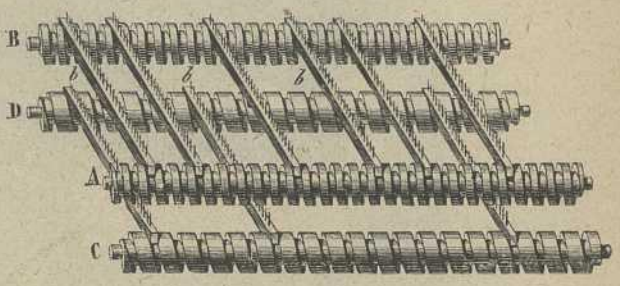


FIG. 648.—Peines de caída.

La máquina que dejamos descrita da dos productos: el lino rastrillado y la estopa; ambos se aprovechan en la filatura, distinguiéndose hilados de lino propiamente dichos, é hilados de estopa; pero como en la elaboración de éstos varían los procedimientos, y como la filatura de ambas materias constituye dos ramas especiales de la industria, debemos considerarlas separadamente.

En la filatura del lino, la primera operación consiste en convertir el producto rastrillado en cintas, y se verifica en una máquina de estirar, de cons-

trucción especial. El lino, extendido en una capa delgada y uniforme, de unos 12 centímetros de ancho, sobre una tela sin fin, va pasando primero por un laminador formado por dos cilindros lisos de hierro colado; detrás de ella se levantan transversalmente unos peines rectos, cuyos dientes penetran en el lino y lo conducen á los cilindros estiradores, retirándose delante de éstos para volver hacia atrás y funcionar de nuevo. El ingenioso mecanismo de estos peines, llamados "de caída„, se halla reproducido en la fig. 648: *A* y *B*

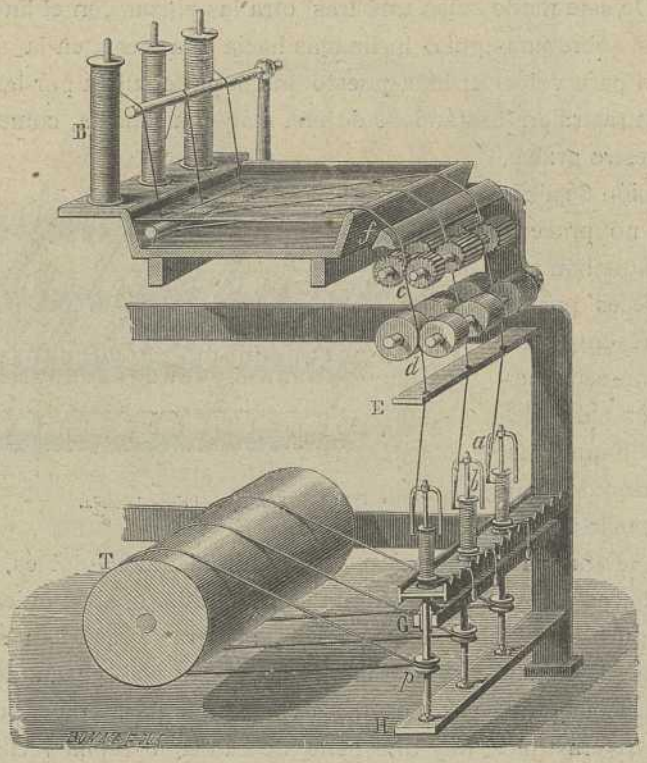


FIG. 649.—Hilandera mecánica para el lino.

son dos tornillos paralelos, en los que descansan los peines *b b*, cogidos por sus extremos entre las roscas; al girar dichos tornillos, avanzan los peines de derecha á izquierda, arrastrando el lino hacia al estirador; pero al llegar cerca de éste, abandonan los tornillos *A* y *B*, cayendo sobre los *C* y *D*; y como giran en sentido contrario y tienen roscas muy inclinadas, los peines vuelven rápidamente á su punto de partida subiendo otra vez sobre los tornillos superiores. Los cilindros estiradores, situados á cierta distancia del laminador, con arreglo al largo del lino (60 á 100 centímetros), giran de 20 á 60 veces con más rápidez que los de aquél, y producen el estiramiento consiguiente de la faja fibrosa, reduciéndola á cinta. Se producen simultánea-

mente de dos á cuatro cintas, que van depositándose en otros tantos botes; un contador mecánico va midiendo de un modo automático las cintas, y hace sonar una campanilla cuando se ha depositado en los botes el largo necesario.

Estas cintas se someten entonces varias veces al doblado y estirado en máquinas análogas á la que acabamos de describir, pero provistas de peines más finos; y los bancos de brocas en que se someten á la filatura preparatoria, torciéndose sólo débilmente, llevan asimismo estiradores combinados con peines finos.

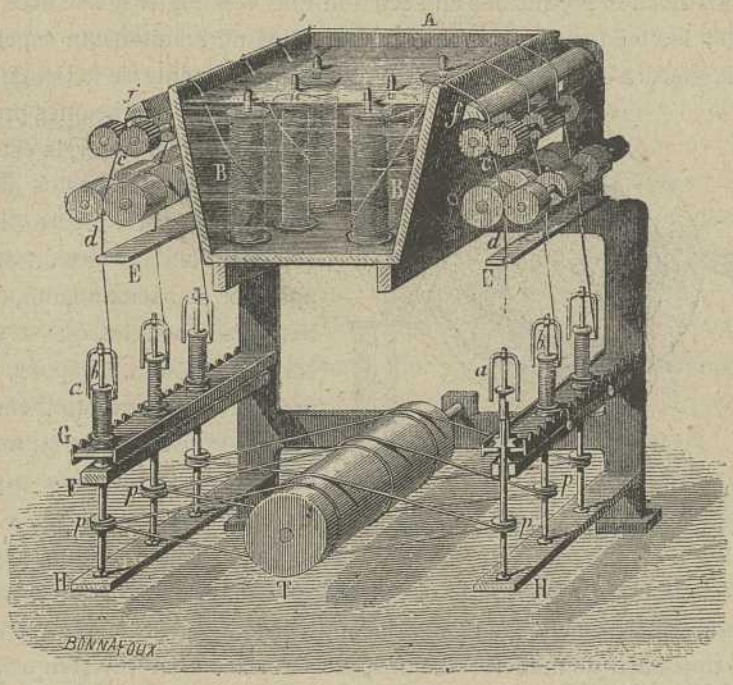


FIG. 650.—Hilandera mecánica para lino.

Las hilanderas mecánicas empleadas en la filatura definitiva del lino son siempre del sistema continuo *(water-machine)*. Tratándose de la producción de hilados relativamente gruesos, se trabaja á veces en seco; pero por lo general, y en todos los casos en que se trata de hilados finos, los hilos torcidos de primer intento en el banco de brocas, se mojan con agua caliente al tiempo de sufrir el estirado y la torsión definitivos. El mojado de los hilos se verifica de dos maneras; bien colocando un depósito en la parte superior de la hilandera, delante de los carretes, de modo que los hilos se van mojando al pasar desde aquéllos á los estiradores, según indica la fig. 649, ó bien sumergiendo totalmente en el agua los carretes mismos, en cuyo caso tiene que ser mayor el depósito y sobre todo más profundo, como indica la fig. 650. Los cilindros de los laminadores, *c*, se revisten con latón para que no se oxiden bajo la in-

fluencia de la humedad, y por la misma razón los de los estiradores, *d*, reciben un revestimiento de latón ó de cautchuc. En algunos casos se emplea agua fría en lugar de agua caliente; pero de todos modos los hilados concluídos se devanan sin perder tiempo, y las madejas se secan en aparatos especiales.

Los hilados de lino que se forman en seco son ásperos, y no tienen tan buen aspecto como los que se producen al mojado, pues el agua caliente ablanda la cola vegetal, de modo que las fibras se unen mejor entre sí, formando un hilo más liso; además, no es posible hilar delgado con lino seco. En cambio, los hilados producidos en seco son más resistentes y elásticos que los mojados, y los tejidos que se fabrican con ellos no resultan tan ásperos con el uso. La filatura de la estopa se distingue principalmente de la del lino rastrillado en las operaciones preparatorias. En primer lugar, la estopa está impurificada por restos de tamo, polvo, etc., y es preciso limpiarla sometiéndola á la acción de ciertos aparatos de sacudimiento, ó á la de batidores como los que se emplean con el algodón. Después, y para ordenar las fibras tan enmarañadas, hay que cardar la masa, valiéndose de cardaderas especiales, las cuales son parecidas á las que se emplean con la lana, pero están provistas de mayor número de obradores y rodillos de volver, y las cardas mismas son mucho más sólidas, consistiendo en fuertes agujas de acero, afianzadas á una base de madera; además, dichas cardas no revisten siempre la superficie total de los cilindros, sino que se disponen con ciertos intervalos, obteniendo de este modo el producto en forma de varias fajas separadas. El lino cardado se separa del peinador de la cardadera por medio de un peine recto ó cilíndrico, y, por regla general, se vuelve á cardar en otra máquina más fina, la que sale en forma de cintas que se someten sucesivamente al doblado, estirado, filatura preparatoria y definitiva, en máquinas en un todo análogas á las que se emplean con el lino rastrillado.

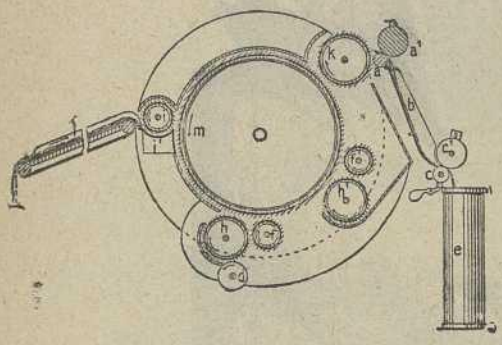


FIG. 651.—Cardadera preparatoria para el yute.

Filatura mecánica del cáñamo.—Sólo se diferencia de la del lino en que las máquinas empleadas son de construcción más sólida, respondiendo á la naturaleza más basta de las fibras que están llamadas á elaborar. Por consiguiente, podemos prescindir de entrar en pormenores acerca de esta rama de la industria, y terminaremos el presente capítulo con una descripción sucinta de la

Filatura mecánica del yute.—Según la calidad del yute, y por consiguiente la de los hilados que se trata de producir, distínguense dos procedimientos de

filatura: uno que tiene analogía con la de la estopa de lino, y otro que no se diferencia esencialmente de la del lino rastrillado. En Inglaterra y Francia se hallan muy desarrollados ambos procedimientos, produciéndose hilados de yute finos y bastos; en Alemania sólo se han elaborado hasta ahora las clases inferiores de yute por el procedimiento primeramente referido.

La construcción de las cardaderas empleadas en esta industria se diferencia bastante de la de las descritas en el presente capítulo. En la cardadera preparatoria (fig. 651), el tambor, *m*, erizado de agujas de acero, está cubierto por una tapa de madera que no toma parte en la elaboración, la cual sólo se verifica en la parte inferior de la máquina. El yute, preparado de la manera referida en otro lugar, entra continuamente en la cardadera mediante una tela sin fin, cogiéndolo una carda cilíndrica, *i*, entre la cual y el tambor *m*, sufre la primera cardadura. Pasa luego hacia abajo, volviéndose en torno del cilindro *h*, y sufriendo otra elaboración entre el tambor y la carda *f*, y más adelante la operación se repite con los elementos *h'* y *f'*; el tambor arrastra el yute cardado hacia arriba, entregándolo al peinador *k*; y en forma de vellón continuo sale de la máquina, atravesando el laminador *a a'*, bajando por un canal inclinado *b*, de palastro, que se estrecha gradualmente hacia abajo, pasando, por último, por el laminador *c c'*, y depositándose en forma de cinta en el bote *e*. Entre los cilindros *h* y *h'* está perforado el fondo de la caja, para dar salida á los desperdicios, tamo, polvo y demás impurezas.

Después de esta primera cardadura, las fibras del yute no resultan todavía bastante divididas, y además se hallan también más ó menos enredadas; es preciso, pues, someterlas á una segunda cardadera, cuya misión es separarlas de un modo más completo y disponerlas paralelamente entre sí. Las cintas procedentes de la cardadera preparatoria se doblan ó reunen lateralmente, como las de algodón, por medio de la máquina de que da idea en la fig. 625, con el objeto de formar cintas ó fajas más anchas, las cuales se cardan entonces en la cardadera definitiva, que tiene tres ó cuatro obradores en torno del tambor principal. Las cintas obtenidas de este modo se someten luego al doblado y estirado repetidos, en máquinas estiradoras construídas según el sistema de *Goods*, y provistas de peines rectos ó rastrillos finos; se hilan de primer intento con bancos de brocas análogas á los que se emplean para el lino, y su filatura definitiva se verifica en seco, por medio de hilanderas continuas.



CORDELERÍA

La cuerda desde el punto de vista teórico.—Materiales.—Operaciones de la cordelería ordinaria.—Cordelería mecánica.—Empalme de cuerdas, etc.—Cuerdas de alambre.

En muchos países tropicales, donde los árboles proveen de pan á las gentes, la selva hace también, hasta cierto punto, las veces del cordelero: se recolectan en ella los flexibles tallos de diversas plantas trepadoras, que adquieren bajo dichos climas un desarrollo extraordinario, y después de mondarlos se exponen á la venta en las poblaciones. En el Brasil, por ejemplo, se hace gran consumo de los llamados *cipos;* con los tallos más delgados se sujetan los maderos de las casas, y los más gruesos se emplean en la construcción de puentes. Empero, no todos los países son tan privilegiados, y en muchísimas partes la habilidad

del hombre tuvo que subsanar la falta de semejantes cuerdas naturales. Respecto de los orígenes del arte del cordelero, la historia es muda; pero es indudable que, de una manera ó de otra, se practicaba ya en diferentes partes del globo en tiempos remotísimos.

Considerando la cuerda desde el punto de vista teórico, es evidente que un número cualquiera de fibras de cáñamo, por ejemplo, deben ofrecer la mayor solidez cuando están dispuestas paralelamente entre sí, y mantenidas tan sólo por medio de una envoltura. Entonces podríamos decir: si una fibra puede sostener el peso de medio kilogramo, ó resistir á una tensión equivalente, un conjunto de cien fibras debe sostener por lo menos cincuenta kilogramos. Sin embargo, esto sólo sería exacto mientras el peso ó la tracción se ejerciera por igual sobre todas las fibras de semejante mazo; dejando de serlo cuando (como sucede inevitablemente en el uso de las cuerdas) las fibras afectan diversas posiciones y el peso ó tracción se halla concentrado sobre determinadas partes del conjunto, que tienen entonces que prestar casi toda la resistencia, mientras que otras quedan parcial ó totalmente pasivas. Pero tratándose de meras fibras, cuya longitud siempre es pequeña relativamente, su simple yuxtaposición no respondería á las exigencias del caso; y es preciso torcerlas asegurando su contacto recíproco más íntimo, á fin de que el rozamiento venga á subsanar la falta de continuidad, hasta el extremo de que una fibra cualquiera se deje rasgar antes de escurrirse entre sus compañeras. Más allá de este punto no se debe llevar la torsión pues toda torsión, priva á la cuerda de cierta parte de su firmeza natural, esto es, de la suma de las resistencias de las fibras aisladas; pudiendo demostrarse que cuanto más se tuerce una cuerda, más se debilita. Además, la torsión fuerte hace una cuerda tiesa, disminuyendo considerablemente su flexibilidad; y aparte de los inconvenientes que semejante falta ofrece para el uso, es evidente que cuanto más tiesa, más se asemeja una cuerda á un cuerpo sólido, y, por lo tanto, más expuesta se halla á roturas al doblarse.

La mejor cuerda es la que reune mayor solidez con mayor flexibilidad; condiciones que no ofrece, en su grado máximo, la forma redonda, torcida, aunque por otra parte tenga ésta ventajas indudables. Respecto de dicha combinación, hace tiempo que se reconoció la superioridad de la cuerda trenzada, ó formada por el enlace ó entretejido de varios ramales; y la cuerda tejida es aún mejor que esta última. De aquí la fabricación de las cuerdas planas, que tienen más bien la forma de una faja ó cinta, y se emplean con ventaja en las minas para la extracción de sus productos.

Materiales.—Los hilados más ó menos bastos de cáñamo y de lino sirven de base para la mayor parte de los artículos de cordelería. Las clases más finas y blandas de cáñamo se emplean en la fabricación de los diversos hilos de bramante y cordelillos, mientras que con las clases más fuertes y menos

suaves se hacen cuerdas, maromas y cables. Además, pueden utilizarse en la cordelería todas las materias textiles mencionadas en el capítulo precedente, y de hecho se fabrica hoy con algodón gran parte de las redes que se emplean en la pesca de mar, en vista de la mayor ligereza de este material, utilizándose también la seda para determinados objetos. Pero aparte de nuestros productos europeos (es decir, el cáñamo, el lino, y, en nuestro país, el esparto), el cordelero se vale hoy principalmente del abacá ó cáñamo de Manila, ó sea el liber fibroso de varias especies de banana, importándose en bastante cantidad de las islas Filipinas; la pita ó parte fibrosa de las hojas de varias especies de *agave*, que se trae de Méjico; y el llamado *coir*, ó sean las resistentes fibras del tegumento externo de la nuez de coco. Hace mucho tiempo que los indígenas de las islas del Pacífico vienen haciendo todas sus cuerdas con esta materia; y aunque son ásperas al tacto y no se dejan embrear, se estiman porque ganan más bien en resistencia bajo la influencia del agua, siendo tan duraderas como las mejores maromas de cáñamo; por esto la fibra de coco se emplea hoy mucho en Europa para fabricar cables de ancla.

En los últimos tiempos ha adquirido un desarrollo considerable una rama especial de la cordelería, ó sea la fabricación de cuerdas de alambre, á la que dedicaremos también algunos párrafos en el presente capítulo.

Operaciones de la cordelería.—Si se torcieran juntos algunos centenares de hilos de cáñamo, lino, etc., se produciría desde luego una mala cuerda; pues aunque todos los hilos darían el mismo número de vueltas, los situados más hacia el centro del conjunto se torcerían más bien sobre sus propios ejes, mientras que los de las capas externas describirían espiras de mayor amplitud, acortándose necesariamente en la misma proporción. Si semejante cuerda se atirantara, toda la tensión alcanzaría por el pronto á las capas externas, quedando los hilos internos por completo pasivos; y aquéllas se rasgarían indefectiblemente mucho antes de que éstos tuvieran ocasión de hacer valer su resistencia. Por esto las cuerdas se tuercen, no de una pieza, sino por partes; con los hilos se forman primero cordones, y la cuerda resulta de la reunión de cierto número de éstos; el cordaje de los buques se compone siempre de tres cordones, mientras que las cuerdas destinadas á usos terrestres se hacen con frecuencia con cuatro de aquéllos; el número de hilos que compone cada cordón varía según el grueso que ha de tener la cuerda. De este modo se logra, no sólo la unión más íntima de las fibras y los hilos entre sí, sino también una cuerda cuyos elementos resultan más uniformemente solicitados. Sin embargo, el inconveniente señalado más arriba subsiste aún, en grado mayor ó menor, en las cuerdas torcidas según el procedimiento ordinario, especialmente en las más gruesas (maromas); y este defecto sólo se subsana mediante la fabricación mecánica, como explicaremos más adelante. De todos modos, una cuerda se compone, por regla general, de tres cordones, constituídos cada

uno por un número mayor de hilos, cuyo grueso varía también según los casos; un cable ó maroma, en cambio, se compone de tres cuerdas semejantes, como indica la fig. 652, cada una de las cuales se resuelve en tres cordones, cuyos hilos se resuelven á su vez en un número considerable de fibras.

Los trabajos del cordelero, que consisten esencialmente en hilar el cáñamo y materias análogas, reunir y torcer cierto número de hilos para formar cordones ó bramantes, y luego retorcer tres ó cuatro de éstos para producir las cuerdas, se verifican todavía en muchas partes por medio de sencillos aparatos movidos á mano; pero hace ya tiempo que se emplean máquinas especiales para torcer las maromas destinadas á la marina, y de veinte años á la fecha se han inventado también máquinas de hilar las primeras materias del cordelero. Estas hilanderas especiales producen bramantes excelentes, con economía notable en material y mano de obra; y no cabe ya duda de que, andando el tiempo, acabarán por hacer desaparecer el antiguo torno de mano, transformando por completo la cordelería en un arte puramente mecánico. Sin embargo, como el procedimiento clásico, digámoslo así, de este arte, sigue en boga, no podemos menos de dedicarle nuestra atención preferente.



Fig. 652.
Composición de una maroma.

Con el torno de mano que por lo común emplea el cordelero, el hilado del cáñamo y el devanado del hilo formado se verifican alternativamente; y el aparato se diferencia además del torno de hilar ordinario, en que tiene varios husos (diez ó doce), dispuestos de un modo horizontal en semicírculo y movidos simultáneamente por la correa ó cuerda transmisora del movimiento, como indican bien á las claras las figuras 653 y 654, desarrollándose la punta libre de cada huso en forma de ganchito. Por regla general, dos hombres trabajan á un tiempo con semejante torno: cada uno lleva cierta cantidad de cáñamo rastrillado sujeta á la cintura ó sostenida por un delantal, y empieza uno de ellos por sacar una porción de fibras, formar con ellas un lacito y engancharlo en uno de los husos; entonces, y mientras el huso va girando á impulso de la rueda motriz, torciendo el cáñamo, el cordelero se retira más ó menos rápidamente del torno, andando hacia atrás, y agrega nuevas porciones de fibras al hilo que se va formando. Cuando el primer cordelero ha llegado á cierta distancia, el segundo desengancha el hilo, sujetándolo, en cambio, á una pequeña devanadera, y entonces engancha á su vez una porción de cáñamo en uno de los husos, procediendo á formar otro hilo de la misma manera que su compañero. Al mismo tiempo, éste avanza hacia el torno manteniendo en

tensión el primer hilo, que se va arrollando en la devanadera, y cuando llega al aparato, desengancha el hilo de su compañero, atándolo al cabo del suyo, y

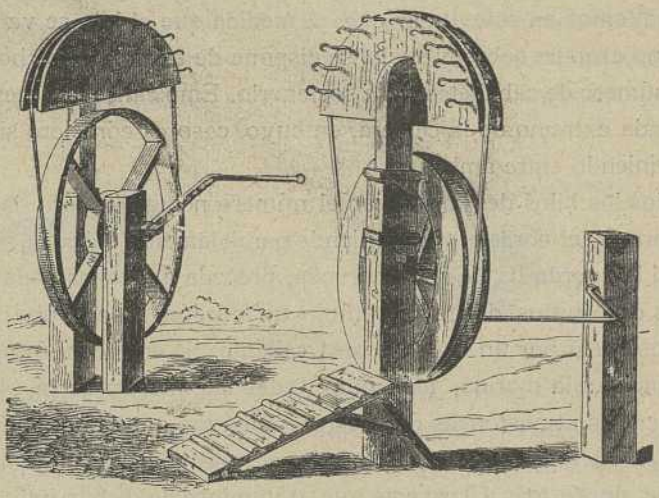


FIG. 653.—Tornos de cordelero, sistema antiguo.

empieza otro por su cuenta mientras el segundo se va devanando. De este modo alternan las operaciones y no se pierde tiempo. El movimiento de los tornos de construcción más antigua (fig. 653) lo imprime un muchacho por medio de una cigüeña; pero se emplean más comúnmente tornos perfeccionados (fig. 654), cuya rueda se mueve mediante un engranaje cónico, á impulso de una cuerda sin fin que el cordelero sujeta á su cinturón y hace funcionar á medida que hila.

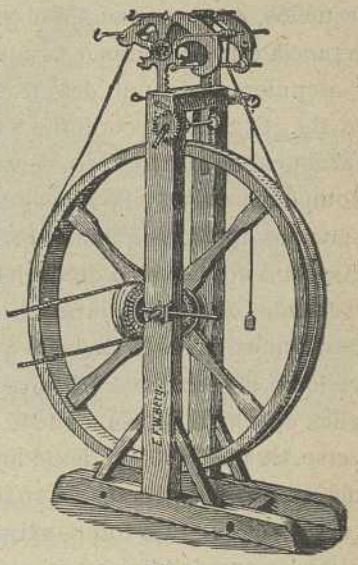


FIG. 654.
Torno de cordelero, perfeccionado.

En las grandes cordelerías donde se hacen las cuerdas para la marina y no se cuenta todavía con las nuevas máquinas de hilar, las carreras tienen á veces una extensión de más de 400 metros, y se trabaja más activamente que en las cordelerías ordinarias. Empléanse tornos de doce husos, con los que hilan y devanan simultáneamente otros tantos cordeleros, distribuídos en tres grupos de á cuatro, los cuales, en sus carreras de ida y vuelta, se mantienen separados por distancias de 100 á 130 metros. El grueso de los hilos depende de la cantidad de cáñamo empleada, así como de la velocidad con que gira el huso y la rapidez con que se aleja de él el cordelero. La producción de un hilo

de grueso uniforme depende, pues, por entero, de la experiencia y habilidad del operario, no guiándole para ello más que su tacto y su vista. Un cordelero hábil puede formar 300 metros de hilo en el espacio de unos doce minutos; y añadiremos en este lugar que, á medida que el hilo se va formando, y para que no arrastre sobre el suelo, se dispone de trecho en trecho en la carrera cierto número de caballetes para sostenerlo. Empléanse á veces dos tornos, uno en cada extremo de la carrera, en cuyo caso el cordelero sigue hilando, yendo y viniendo entre ambos.

Torcidos los hilos del largo y en el número necesario para la cuerda que trata de formar, el cordelero los extiende paralelamente sobre el suelo, estirándolos; y si la cuerda ha de ser embreada, procede á arrollar cada hilo por sí, ó los hilos que juntos deben constituir un cordón, sobre una devanadera, haciéndolos pasar por un baño de brea caliente. Se embrean siempre las cuerdas destinadas á la marina, así como todas las que, en tierra, deban resistir á las influencias atmosféricas ó del agua; mientras que las que no han de exponerse á la intemperie quedan sin embrear, porque así resultan más flexibles, y, por ende, duran más. Claro está que, tratándose de dichas influencias, especialmente de la humedad, contra la cual la brea protege las fibras del cáñamo, el inconveniente de la mayor tesura resulta más que compensado. Con el embreado, el peso de los hilos aumenta en una quinta parte próximamente.

Con los hilos embreados ó sin embrear, procede el cordelero á torcer los cordones, cada uno de los cuales se compone de un número determinado de aquéllos, que varía según el grueso de los mismos, así como según la circunferencia que ha de tener la cuerda; en la cordelería siempre se habla de la "circunferencia„ y no del grueso ó diámetro. En la maroma representada en la fig. 652, cada cordón se compone de sólo siete ú ocho hilos; pero se hacen cables de 20 y 50 centímetros de circunferencia, cuyos cordones se componen de 37 y 80 hilos respectivamente. Para torcer se emplean tornos sencillos movidos á mano, pero cuyos ganchos giran á impulso, no de una cuerda ó correa, sino de un fuerte engranaje. Entre dos de estos aparatos, colocados á cierta distancia uno de otro, se suspende en los ganchos correspondientes el mazo de hilos que ha de formar el cordón, y se procede á torcerlo en el sentido contrario al de la torsión antes sufrida por los hilos mismos, pues de este modo se obtiene un cordón que no muestra tendencia á destorcerse. Se puede torcer desde ambos extremos, haciendo girar los dos tornos en dirección contraria, con lo cual procede el trabajo más rápidamente; ó bien se tuerce sólo con un torno, permaneciendo fijo el gancho opuesto. Como quiera que el mazo de hilos se va acortando á medida que adelanta la torsión, es preciso que uno de los tornos pueda ceder, aproximándose gradualmente al otro, á cuyo efecto se monta sobre ruedas, ó sobre largueros paralelos de madera, por los que se va deslizando á medida que aumenta la tirantez del cordón.

La cuerda se forma generalmente con tres cordones, que se tuercen también entre dos tornos, sujetándolos por un extremo, con los cabos unidos á un solo gancho, mientras que los cabos del extremo opuesto se sujetan por separado á tres ganchos próximos uno de otro, y que giran simultáneamente. El gancho único se hace girar en el sentido contrario al de la torsión sufrida por cada uno de los cordones, con lo cual se obtiene la reunión definitiva de

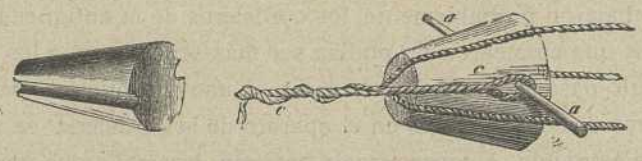


Fig. 655.—Cono de cordelero.

éstos en forma de cuerda; mas como al mismo tiempo cada cordón por sí tiende á destorcerse, se hacen girar los tres ganchos del extremo opuesto en dirección contraria al gancho único, y de este modo queda anulada dicha tendencia. Para evitar que los tres cordones se vayan arrollando uno en torno de otro, en una extensión más ó menos larga, con lo que la torsión de la cuerda resultaría muy desigual é imperfecta, se mantienen separados por medio de una pieza cónica de madera maciza, con tres ranuras (fig. 655), de modo que su torsión sólo se verifica en la parte posterior, resultando las espiras iguales y muy apretadas. Como es consiguiente, el cono se va deslizando entre los cordones á medida que se tuercen, y tratándose de cuerdas muy gruesas, su peso sería demasiado grande para que pudiera quedar suspendido libremente; en tal caso se deja descansar sobre un sencillo carro, como indica la fig. 656. Las maromas y los cables de cáñamo, etc., se forman como indicamos antes, juntando y retorciendo tres cuerdas ya hechas, operación que no se diferencia esencialmente de la que dejamos descrita; una maroma de 20 centímetros de circunferencia se compone, pues, de 9 cordones (3 por cada cuerda); y como cada cordón tiene en este caso 37 hilos, el número total de éstos asciende á 333.



Fig. 656.—Torsión de una cuerda.

Dijimos también que se hacen cuerdas de cuatro cordones; pero en este caso es preciso agregar un alma, consistente en otro cordón más delgado. Tres cordones retorcidos en forma de cuerda se tocan entre sí en el

interior, sin dejar espacio libre; pero al retorcerse cuatro cordones, se forma teóricamente una canal central, ó espacio franco; en realidad esta canal se rellenaría en gran parte por el hundimiento de uno ú otro de los cordones, y en su consecuencia la cuerda no resultaría redonda; y de aquí la necesidad de un alma que mantenga los cordones á distancia, pero que no contribuye á aumentar la resistencia de la cuerda.

Cordelería mecánica.—De tan primitiva manera como la que acabamos de describir, trabajaron probablemente los cordeleros de la antigüedad; al menos los artefactos que emplearon no podían ser más sencillos que los que se usaban en el siglo pasado y se hallan todavía en uso en nuestro país. Las primeras mejoras de consideración en el aparato de la cordelería se realizaron á principios de este siglo, á consecuencia del gran desarrollo que venía tomando la navegación, y la necesidad de activar la producción de los cordajes; como á la sazón el trabajo mecánico seguía haciendo notables conquistas en diversas ramas de la industria, era natural que se pensara en introducirlo en la cordelería. La iniciativa partió, como es consiguiente, de Inglaterra, donde se inventaron varias máquinas de hilar ó torcer cuerdas, entre ellas las de *Chapman* y *Huddart* (1799), *Bates* y *Lang* (1831) y *Author* (1837). Habíase reconocido que la antigua manera de formar los cordones era defectuosa, en virtud de la tensión desigual que sufrían necesariamente los hilos de una misma longitud; y *Helsingor* había caído en la cuenta de tomar hilos de longitud indeterminada y arrollarlos de antemano sobre carretes, á fin de que, al torcerlos, fueran desarrollándose cada uno en la medida necesaria. En 1793 inventó Huddart una máquina con arreglo á dicho principio; y para que los hilos fueran torciéndose con el orden debido, introdujo el llamado "registro„, ó sea una plancha con agujeros, dispuestos en círculos concéntricos, por los cuales tenían que pasar los hilos antes de reunirse para formar el cordón. En 1799 construyó dicho inventor una máquina perfeccionada, obteniendo el correspondiente privilegio ó patente, y desde entonces suelen llamarse "cuerdas de patente„ á las torcidas con arreglo á su procedimiento.

Veamos, pues, en qué se diferencia éste, del ordinario ó antiguo. Según este último, y como ya indicamos en otro lugar, se reunen y tuercen hilos de igual longitud, resultando que desde el centro á la periferia del cordón, y en virtud de las vueltas ó espiras crecientes, los hilos extendidos y sujetos en ambos extremos se van estirando cada vez más, quedando, por último, los externos mucho más atirantados que los internos. Es verdad que un cordón ó una cuerda torcidos de esta manera van mejorando con el uso; pues merced á las vueltas y los esfuerzos á que se somete, va igualando ó uniformándose en cierta medida la tensión de sus diversos hilos, hasta darse el hecho singular de que, al cabo de algún tiempo, semejante cuerda ofrece mayor resistencia que en estado nuevo; pero nunca puede lograrse por el procedimiento antiguo

que todos los hilos resistan enteramente por igual, y he aquí la diferencia y la gran ventaja de las cuerdas hechas á máquina. En efecto, éstas ó sus cordones no resultan de la reunión de hilos de igual longitud, sino que se componen de hilos cuyo largo aumenta gradualmente, ó sea en la medida necesaria, desde el centro del cordón á su periferia. Esto se consigue arrollando por separado los hilos, después de embreados, sobre grandes carretes, y dejando que se vayan desarrollando cada uno con independencia en la medida necesaria, determinada sencillamente por su posición respectiva en el cordón que se va formando. Sin embargo, con esto sólo, es decir, con la longitud diferencial de los hilos, no resultaría una cuerda perfecta, ó mejor dicho su perfección, resultante desde luego de la tensión igual de todos sus hilos, desaparecería con su uso; pues cediendo las capas exteriores de semejante cuerda, más que los de una hecha por el procedimiento ordinario, las interiores llegarían, en cambio, á prestar toda la resistencia; de modo que, en vez de mejorarse la cuerda con el uso, se iría empeorando. Para evitar esto, los cordones, antes de reunirse para formar la cuerda, se someten separadamente á un retorcido, es decir, que se tuercen por segunda vez entre dos ganchos que giran en direcciones opuestas, con lo cual resultan sus hilos exteriores más atirantados que los interiores, y no pueden ceder tanto con el uso de la cuerda.

Otra particularidad de las máquinas de torcer cuerdas consiste en la guía de los hilos por medio del llamado *registro*. Consiste éste en una plancha metálica semiesférica, con tantos agujeros, en círculos concéntricos, como hilos deba recibir el cordón, taladrados con la inclinación correspondiente á la dirección de los diferentes hilos, procedentes de los carretes. Antes de reunirse los hilos, pasa cada uno por el agujero del registro que le corresponde, y de este modo se reunen todos y tuercen con el mayor orden, ocupando cada cual, digámoslo así, el puesto que mejor conviene.

La fig. 657 representa una de las máquinas de Huddart: á la derecha se ve una armadura á modo de reja, destinada á sostener los carretes, cada uno de los cuales tiene unos 30 centímetros de largo y admite hasta 10 kilogramos de hilo de cáñamo. Al desarrollarse los hilos, convergen hacia el registro, pasando por sus agujeros, y se reunen detrás para atravesar un tubo en el que resultan al paso fuertemente comprimidos. Más allá se tuerce el conjunto en la medida conveniente por medio de un mecanismo especial algo complicado, cuya descripción detallada nos llevaría demasiado lejos, y, por último, el cordón se arrolla en torno de un tambor, que también se ve en nuestro grabado, á la izquierda. Para formar las cuerdas y maromas con los cordones se emplean máquinas construídas con arreglo al principio de los tornos ordinarios, en combinación con el sistema de los carretes y del registro: después de pasar por éste, los cordones procedentes de los carretes se sujetan juntos al gancho del torno, el cual se halla montado sobre ruedas y carriles, y á impulso de

una cuerda sin fin, se va alejando del registro mientras se verifica la torsión.

Los progresos más recientes relativos á la cordelería mecánica se refieren menos á las máquinas de hacer cuerdas con hilos torcidos según el procedimiento ordinario, que á la adaptación de las hilanderas mecánicas que se emplean en la filatura del algodón y el lino, á la producción de hilos de cáñamo y materias análogas, tales como los necesita el cordelero. Según el sistema de *Lawson*, el cáñamo se convierte primero en una cinta continua por medio de

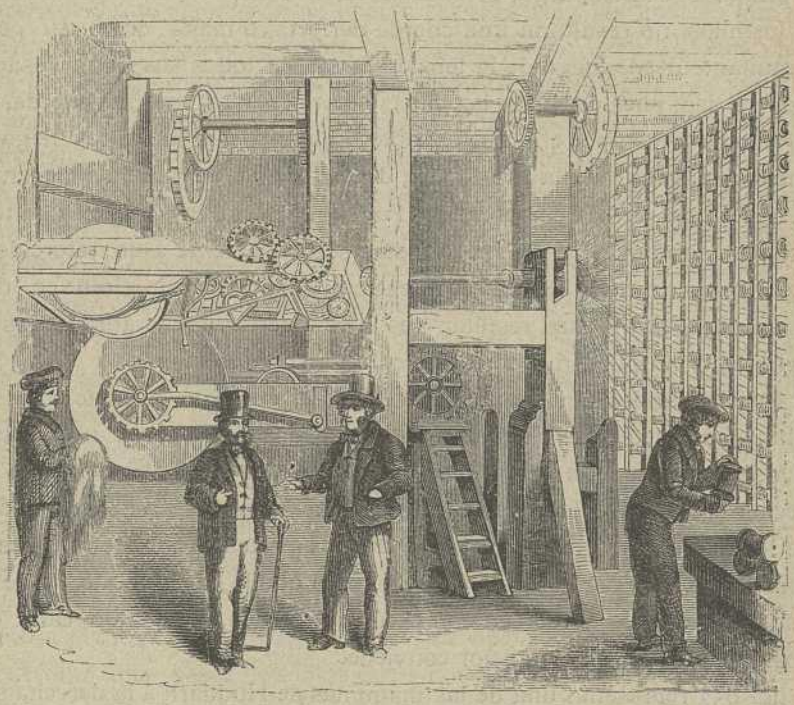


FIG. 657.—Maquina de hacer cuerdas.

una máquina especial; varias de estas cintas se doblan y estiran en una máquina análoga á las usadas al efecto con el lino; la cinta resultante pasa entonces á una hilandera de construcción especial, cuyos husos, movidos por correítas, giran á razón de 1.200 vueltas por minuto, y de este modo resulta convertida en un bramante más ó menos fino, que se emplea como tal, ó sirve de material para la fabricación de cuerdas. Para dar una idea del desarrollo de esta rama de la cordelería mecánica, reproducimos en la fig. 658 la vista de una gran fábrica de bramante, montada recientemente en Immenstadt (Baviera).

Las *cuerdas planas*, que se emplean más especialmente en la minería (máquinas de extracción), y se hacen de cáñamo, abacá ó pita, consisten no

más que en cuatro ó seis cuerdas redondas, colocadas paralelamente una al lado de otra y muy bien cosidas por medio de una máquina especial. Al efecto, las cuerdas redondas, convenientemente arrolladas sobre un tambor, se hacen pasar, al desarrollarse, por una caja de hierro calentada con el objeto de ablandar la brea y facilitar, por lo tanto, el cosido; en seguida quedan sujetas en una especie de prensa, que les oprime fuertemente en la posición debida, y desde ambos lados las dos agujas de la máquina, ó sean varillas

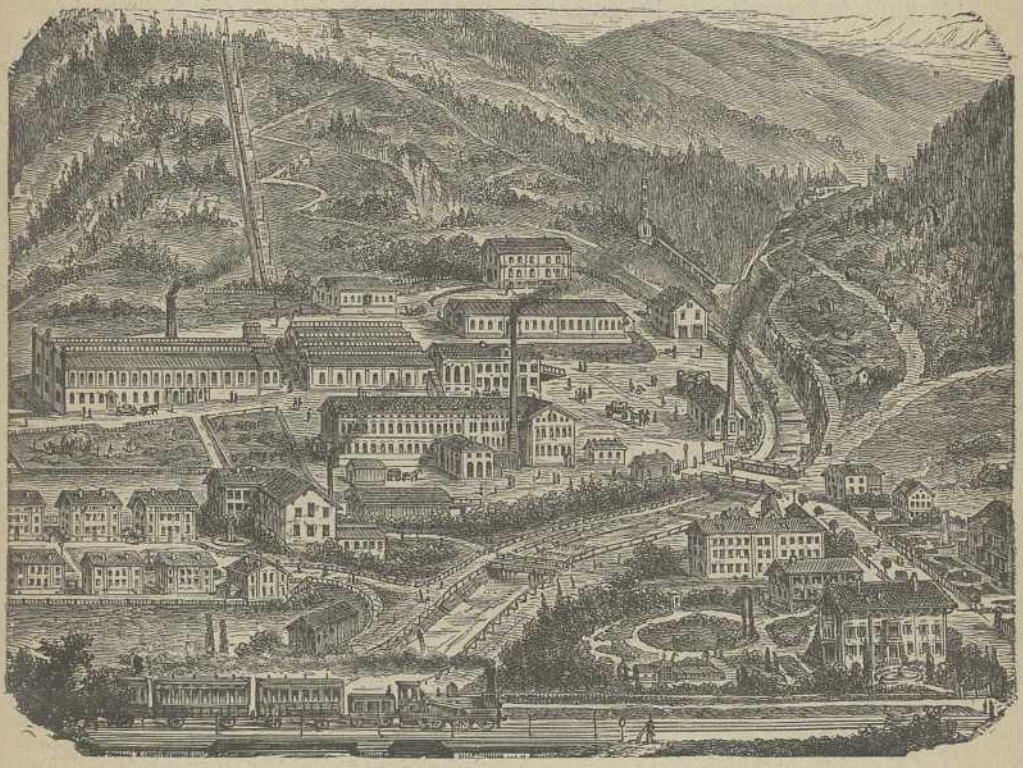


FIG. 658.—Fábrica de bramante en Immenstadt (Baviera).

puntiagudas de acero de 30 centímetros de largo por tres milímetros de grueso, perforan el conjunto en dirección oblicua; al retirarse las agujas, dos operarios pasan el cabo de dos bramantes por los agujeros, vuelve la máquina á practicar otros, y así sucesivamente hasta quedar cosidas las cuerdas en toda su longitud.

Empalme de cuerdas, etc.—El empleo de las cuerdas y maromas, sobre todo por los marineros, supone en muchos casos la necesidad de alargarlas empalmando dos cabos, ó de acortarlas provisionalmente, pero de un modo seguro, sin cortarlas. También se hace necesario á veces formar nudos ó lazos en las cuerdas, ya para sujetarlas entre sí, ó para atarlas á palos, vergas, etc.;

y conviene, según los casos, que tanto estos lazos y nudos como los empalmes, se hagan, ora con carácter permanente, ó sea de modo que no puedan deshacerse fácilmente, ora con carácter temporal, es decir, de manera que respondan á las necesidades del momento y puedan deshacerse con facilidad. Los procedimientos de enlazar y empalmar las cuerdas, y las formas de los nudos, lazos y empalmes, son variadísimos, siendo objeto de un capítulo especial en los tratados sobre el arte de la navegación; no nos proponemos descender á pormenores en esta materia, pero sí creemos del caso ofrecer á nuestros lectores algunos ejemplos de los empalmes y nudos más útiles, no sólo en la marina, sino donde quiera que se emplean cuerdas.

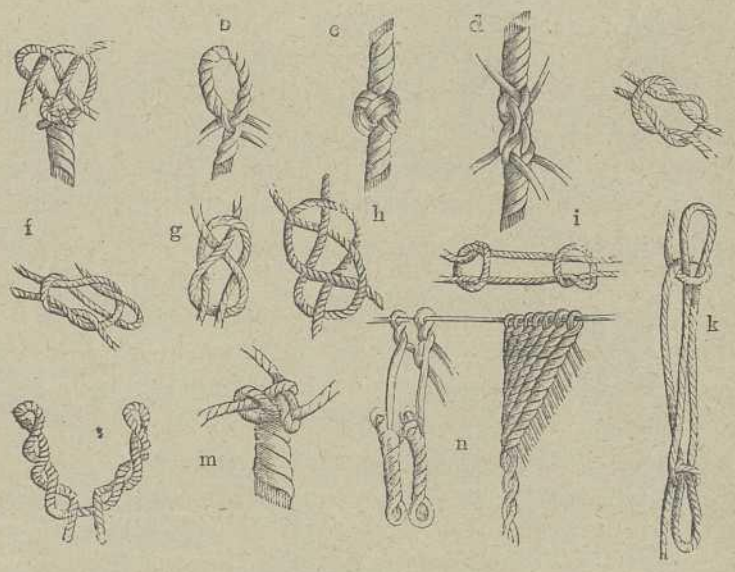


Fig. 659.—Empalmes de cuerdas.

En la fig. 659 se hallan reunidos los grabados correspondientes: los señalados con *a* y *m* representan dos maneras de ayustar los cabos de cuerdas ó maromas, entrelazando entre sí los extremos de sus cordones, á fin de que no puedan deshacerse, como sucedería si se dejaran libres; *b* indica el modo de formar un lazo permanente en el cabo de una cuerda, volviendo éste sobre sí y ayustando, esto es, entretejiendo los extremos sueltos de los tres cordones con la cuerda, á cuyo fin se abre ésta destorciéndola en el sitio correspondiente, ó bien metiendo entre sus cordones la punta de un punzón ó burel; *c* representa un nudo especial que hacen los marineros en medio de una cuerda; *d* á *i* señalan varios modos de empalmar ó enlazar dos cuerdas, siendo *d* el empalme llamado "alemán„ ó "á la flamenca„, por contraposición á otro más largo del mismo género, que se llama "español„ y es todavía más seguro. *K* señala una manera sencilla de acortar una cuerda en un momento dado,

mientras que *l* es ejemplo de un lazo doble para suspender provisionalmente una cuerda de un gancho ó anillo.

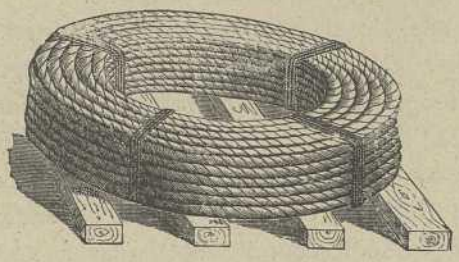
Cuerdas de alambre.—El empleo de cuerdas de alambre de hierro se inició el año 1827 en una mina del distrito de Clausthal (Prusia), y desde entonces se ha ido generalizando cada vez más, no sólo en la minería, sino también en la construcción de puentes, las vías funiculares ó ferrocarriles aéreos, el arrastre de carruajes de tranvía, la transmisión de la fuerza motriz á distancia, etc.; además de estas aplicaciones terrestres, la marina ha adoptado dichas cuerdas en sustitución de las de cáñamo, etc., para todo el cordaje fijo de los buques; de modo que su fabricación ha tomado un desarrollo extraordinario, sobre todo desde que, al lado del alambre de hierro propiamente dicho, se emplea con el mejor éxito el alambre de acero.

La causa de esta revolución, digámoslo así, en la cordelería, es evidente: en primer lugar, las cuerdas metálicas son mucho más duraderas, en razón de su material, que las hechas con fibras vegetales, y resultan mucho más baratas que éstas, puesto que los gastos de su fabricación se reducen á la tercera ó la cuarta parte. Además, una cuerda de cáñamo, para ofrecer la misma resistencia que una de hierro, tiene que ser de dos á dos y media veces más gruesa, de modo que, en igualdad de fuerza, esta última es mucho más ligera que aquélla; ventaja grande que sube de punto tratándose de alambre de acero, pues las cuerdas hechas con éste resultan, en igualdad de circunstancias, más ligeras, por ser aún más delgadas que las de hierro.

Las cuerdas redondas de alambre se componen de tres á seis cordones de cuatro á ocho alambres cada uno, y reciben comunmente un alma de cáñamo á fin de que los cordones se tuerzan con mayor regularidad; á veces, y para aumentar la flexibilidad de la cuerda, no sólo ésta, sino también cada cordón, recibe un alma de cáñamo. El grueso de los alambres varía según la circunferencia de la cuerda á que se destinan, siendo generalmente de dos á tres milímetros. Al principio se torcían dichas cuerdas á mano, es decir, con la ayuda de sencillos tornos, análogos á los que se emplean en la cordelería ordinaria; pero el consumo creciente dió pronto lugar á la invención de máquinas especiales, también parecidas á las usadas en la fabricación de cuerdas de cáñamo, habiéndose perfeccionado estos aparatos hasta el punto de que la formación de la cuerda misma sigue inmediatamente á la de sus cordones; es decir, que, entrando los alambres sueltos por un extremo de la máquina, salen por el opuesto convertidos en cuerda. Se fabrican también cuerdas planas de alambre con arreglo al mismo principio que las de cáñamo ó pita, esto es, disponiendo paralelamente cuatro ó seis cuerdas redondas, y cosiéndolas á máquina con alambre, ó sujetándolas entre sí por medio de remaches transversales.

Para preservar las cuerdas de hierro y acero contra la oxidación, se untan

al salir de la fábrica, y después durante su empleo de tarde en tarde, con una mezcla grasienta y resinosa; recomendándose al efecto partes iguales de colofonia, sebo y aceite de linaza, fundidos ó calentados, ó bien partes iguales de alquitrán mineral, brea vegetal y grasa de carruajes. En presencia de aguas ácidas, como sucede á veces en las minas, conviene emplear las cuerdas llamadas de alambre galvanizado, es decir, sometidas en la fábrica á un baño de cinc. Recientemente se han probado con ventaja, en ciertas minas, cuerdas hechas con alambre de bronce fosfurado, esto es, una aleación de cobre con estaño fosfurado; pues si bien resultan más costosas y pesadas que las de hierro ó acero, es mayor su resistencia en igualdad de circunstancias; no se oxidan ni las atacan las aguas ácidas, y una vez inservibles, puede aprovecharse su material.





TEJEDURÍA

Apuntes históricos.—El telar común.—Preparación de los hilados para el telar: devanado, urdido, plegado, encolado, etc.—Tejido: generalidades, armaduras de tafetán, asargada y de satén.—Carlos María Jacquard y su máquina.—Telar eléctrico.—Tejidos especiales: chales, tejidos dobles ó huecos, gasa, terciopelo, tapices y alfombras; cintería.— El telar mecánico.—Apresto de los tejidos: batanadura, chamuscado, rebotadura, tundido, etc.— Fabricación de encajes.

Un "tejido„ ó una "tela„, en su acepción más común, esto es, como producto del arte de tejer, es una combinación de dos sistemas de hilos que se cruzan y entrelazan en ángulo recto. Los hilos del sistema fundamental se extienden paralelamente en el sentido longitudinal de la tela, constituyendo la *urdimbre;* los del segundo sistema se desarrollan en el sentido del ancho de aquélla y constituyen la *trama.* La urdimbre, que se prepara antes de empezar á tejer, se compone de muchos hilos aislados, mantenidos en tensión entre dos cilindros del telar; mientras que la trama se forma por un hilo continuo (ó varios de ellos), que se extiende desde un lado de la urdimbre al opuesto, pasando alternativamente sobre unos hilos y bajo otros, y vuelve en sentido contrario, invirtiéndose la posición de los hilos de la urdimbre.

Para formar semejantes tejidos, se emplea desde tiempos bastante remotos un aparato llamado *telar*, que en sus formas más primitivas era, y es todavía, de construcción sumamente sencilla, pero que, andando el tiempo, se ha perfeccionado de un modo considerable, transformándose, como veremos mas adelante, en una máquina más ó menos complicada, según las telas que está llamado á producir. Nuestros lectores pueden formarse una idea ligera de los adelantos realizados en este terreno, comparando las figuras correspondientes de este capítulo, de las que la 662 reproduce el telar de que se servían los antiguos romanos (según un diseño del tiempo).

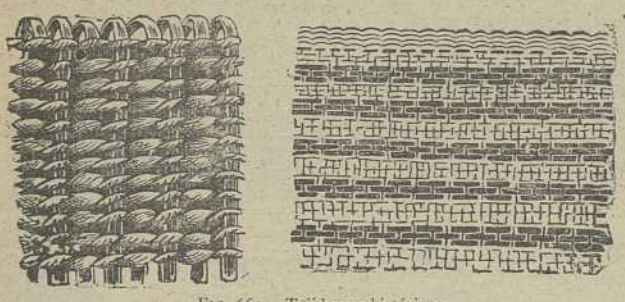


FIG. 660.—Tejidos prehistóricos.

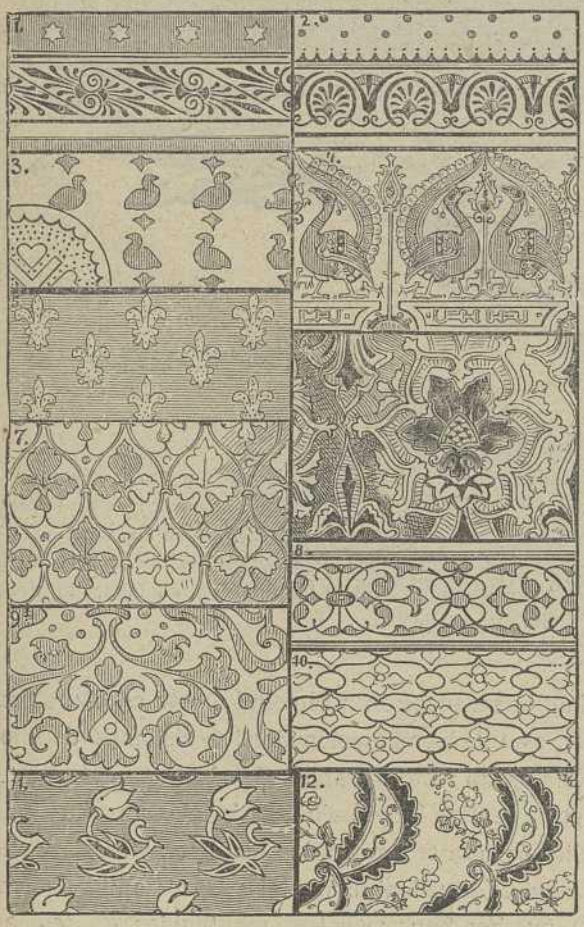


FIG. 661.—Dibujos de tejidos de varias épocas.

1 y 2. Griego antiguo.—3. Bizantino, siglo VI.—4. Bizantino, siglo XII.—5. Flor de lis, siglo XIII.—6 y 7.—Dibujos del siglo XV.—8. Orla de principios del siglo XVI. 9. Dibujo alemán, de 1577.—10. Dibujo francs de fineés del siglo XVI. 11. Dibujo del siglo XVII.—12. Idem del siglo XVIII.

Entre los diversos objetos debidos á la industria del hombre, hallados en los palafitos prehistóricos de Europa (véase el tomo I, página 55), y que tienen tal vez una antigüedad de dos mil á tres mil años, se encuentran pedazos de telas de lino, algunos de los cuales muestran un tejido tan complicado (fig. 660), que se atribuyeron al principio á pueblos muchos más civilizados que aquellos primitivos habitantes la-

custres, aduciéndose como prueba de relaciones comerciales de estos países con otros más ó menos lejanos. Pero desde que se formuló y aceptó esta hipótesis, se ha logrado imitar los tejidos en cuestión con un telar construído enteramente con arreglo al antiguo romano (fig. 662); de modo que no es imposible que en algunos palafitos prehistóricos se hallaran ya en uso aparatos análogos. Esto es tanto más probable, cuanto que se han encontrado también, entre dichos restos, muchas bolas perforadas de barro cocido, iguales á las que usaban los romanos para mantener en tensión los hilos de la urdimbre, como indica el último de los grabados á que nos hemos referido.

Los sencillos cuanto toscos telares que emplean todavía ciertos pueblos africanos (véase la fig. 590), así como el telar indio (fig. 663), son sin duda de los más antiguos y primitivos. En semejantes aparatos, la parte mecánica del trabajo queda reducida á un mínimo, desempeñando el papel principal la habilidad del tejedor, que en la India es poco menos que fenomenal; pues parece imposible que con medios tan toscos puedan tejerse los preciosos chales y las finísimas muselinas que allí se producen desde tiempo inmemorial. Como indica claramente nuestro grabado, el telar indio se compone de una ligera armadura de palos ó cañas de bambú, que sostiene los plegadores, perchadas, etc., mediante cuerdas, dispuestas, al parecer, sin orden alguno; los hilos de la urdimbre se extienden á veces en toda su longitud sobre el suelo, y el instrumento que sirve para pasar la trama hace á un tiempo las veces de lanzadera y de asiento, consistiendo sencillamente en una varilla parecida á una gran aguja de hacer media, algo más larga que el ancho de la tela. En muchos casos, semejante telar lo arma el tejedor todas las mañanas al aire libre, á la sombra de un árbol, y al anochecer vuelve con él á su modesta choza.

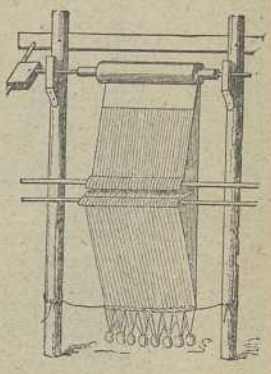


FIG. 662.—Telar romano antiguo.

En Europa, particularmente en los países del centro y septentrionales, las condiciones climatológicas no permitirían semejante tejeduría al aire libre, por lo que desde un principio la industria del tejedor europeo fué esencialmente casera; dando lugar este hecho, unido á un espíritu más inventor que el oriental, á que se fuera poco á poco perfeccionando el aparato. En los tiempos de Carlomagno, así el monarca como sus vasallos principales poseían edificios (los llamados gineceos), en los que se reunían las mujeres para hilar, tejer y confeccionar las prendas de vestir; y más tarde los ricos como los pobres se dedicaban en sus propias casas á estos trabajos, elaborando el lino y el cáñamo que ellos mismos habían cultivado, así como la lana procedente de sus ovejas. Después, cuando fueron adquiriendo importancia las ciudades, tomaron la tejeduría del

lino y la de la lana el carácter de verdaderas industrias, dedicándose las gentes á ellas por oficio, y determinaron la prosperidad de muchos centros, especialmente en los Países Bajos y Alemania. Los principios de la tejeduría de paños se remontan al siglo VIII, en las ciudades holandesas de Kempten, Zwolle, Deventer y Zuetphen; y propagándose gradualmente á otros centros de población, alcanzó en el siglo XIV su florecimiento en Gante, Brujas, Lovaina,

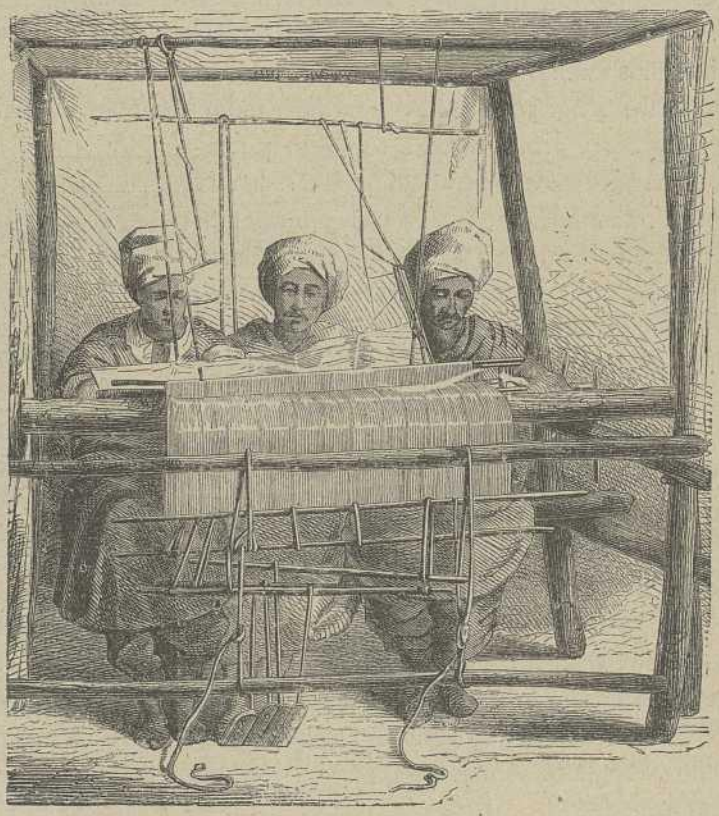


FIG. 663.—Telar indio.

Utrecht y otras. Los motines y alborotos á que daba continuamente lugar en aquellos tiempos el espíritu independiente y pendenciero de los tejedores de paño neerlandeses, conducían frecuentemente á la emigración de muchos de ellos, y á la propagación de su industria en otros países; el año 1331 se establecieron en Inglaterra setenta familias de dichos tejedores; más tarde se fueron fijando otras en diferentes puntos de Alemania; y dichas perpetuas contiendas fueron al fin causa de la decadencia de la industria de paños en los Países Bajos, que empezó á hacerse sentir en el siglo XV.

Como por entonces se hilaba y tejía exclusivamente á mano, es fácil com-

prender que en las ciudades referidas, y otras que dejamos sin nombrar, una parte considerable de la población hallaba en tales industrias una subsistencia segura. Muchos centros, en los cuales se desarrolló la tejeduría de paños hace siglos, conservan todavía esta industria como especialidad; pero en casi todos ellos se halla ya concentrada en fábricas más ó menos importantes, sustituyendo los telares mecánicos á los de mano, y las diversas máquinas de aprestar á otros aparatos ó herramientas más toscos. Así es que, mientras en los "buenos tiempos de antaño„ trascurrían meses en el tejido, desmote, batanadura, rebotado, tundido, teñido y prensado de una sola pieza de paño, todas estas operaciones se verifican hoy, con mayor perfección, en un corto número de dias.

Un cambio análogo se ha operado en la esfera de la tejeduría del lino desde la adopción de la máquina de Jacquard, con la que se fabrican hoy, casi exclusivamente, los hermosos manteles adamascados y otros géneros por el orden. Pero interrumpiremos aquí esta reseña histórica, porque de seguirla habríamos de tocar de un modo necesario cuestiones puramente técnicas, cuya comprensión supone algún conocimiento del arte de tejer y los aparatos empleados en él, y entraremos ya de lleno en materia con la descripción del telar común ó de mano, en su forma más perfecta, tal como sigue empleándose en algunas partes de nuestro continente, especialmente en España.



FIG. 664.—Tejedor flamenco del siglo XVI, según un grabado de la época.

TELAR COMÚN

Este aparato, que reproducimos en la fig. 665, se halla construído en su mayor parte de madera, y sus dimensiones varían según las telas que está destinado á producir. La armadura *A A a a*, de 1,8 á 2 metros de alto, por 2 á 2,7 de largo y 1,2 á 1,8 ó más de ancho, está constituída generalmente por dos sólidos bastidores laterales, unidos por puentes y travesaños *(a a)*, y sujetos además, en muchos casos, por puntales que se apoyan contra las paredes y el techo del taller. Esta parte pasiva, digámoslo así, del telar, sostiene las

partes activas, ó sean los plegadores, las perchadas con su mecanismo, el peine, la lanzadera, etc., que vamos á considerar separadamente, con la detención necesaria.

Los *plegadores* ó *enjulios* son dos árboles cilíndricos de unos 20 centímetros de grueso, que ocupan todo el ancho del telar, destinados, el de atrás, *B*, á arrollar la urdimbre, y el de delante, *D*, á recibir la tela á medida que se va

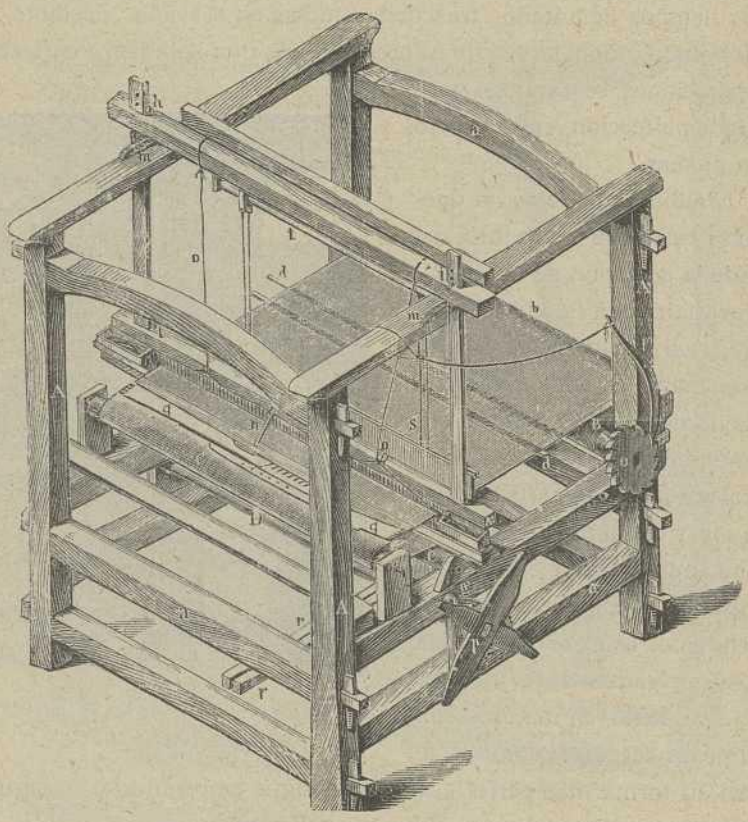


FIG. 665.—Telar común.

tejiendo. Los hilos de la urdimbre se extienden, pues, paralelamente desde el enjulio posterior al anterior, sujetándose sus cabos á este último antes de empezar á tejer; en los telares más sencillos, pasan dichos hilos directamente de un enjulio á otro, disposición que ofrece inconvenientes, en razón de que varía de continuo el diámetro de los enjulios, disminuyendo en el de atrás á medida que se desarrolla la urdimbre, y aumentando en el de adelante á medida que se va arrollando la tela; por esta razón, ó sea para que el nivel de los hilos en tensión quede constante, se hace pasar la urdimbre sobre dos fuertes rodillos, llamándose el de atrás *(b) portahilos* ó *ligadura*, y el de adelante *(C) antepecho;* por debajo y detrás de este último suele colocarse otro *(c)*, que

tiene por objeto atirantar mejor los hilos. En un telar provisto de portahilos no es preciso que el enjulio de atrás *(B)* ocupe el puesto que tiene en nuestro grabado, sino que puede colocarse más abajo, al pie de los montantes, ó bien en la parte superior de éstos, por encima de dicho portahilos. Para atirantar ó templar la urdimbre, contienen los enjulios carraca y fiador *(e f)*, variando el grado de tirantez según la finura y resistencia de los hilos ó la tela; una tensión excesiva dificulta la acción de las perchadas y da lugar á la rotura de los hilos, mientras que si la urdimbre no se templa lo bastante, la tela resulta floja y desigual. Los hilos, de antemano ordenados y separados por cruzamiento en el urdidor, como explicaremos más adelante, se mantienen separados en el telar por medio de listones, *d d*, que pasan alternativamente sobre unos y debajo de otros, facilitándose de este modo la marcha uniforme, así como la busca de un hilo roto.

Para facilitar el paso del hilo de la trama entre los hilos de la urdimbre, es preciso apartar éstos, subiendo una serie de ellos y deprimiendo otra serie; función importante de que se encargan las llamadas *perchadas*, cuyo conjunto constituye el *arnés* del telar. En el caso más sencillo se necesitan dos perchadas: una destinada á alzar y deprimir alternativamente los hilos pares de la urdimbre, y la otra para hacer lo propio con los hilos impares; pero tratándose de tejidos más ó menos complicados, es preciso aumentar el número de perchadas, y á veces el arnés se compone de veinte ó treinta de éstas. Cada perchada consiste en dos listones suspendidos horizontalmente en medio del telar (figura 665, *S*) á una distancia vertical de 17 á 22 centímetros uno de otro, y unidos entre sí por los llamados *lizos*, ó sean hilos dobles, y generalmente barnizados de algodón, lino ó seda, que llevan en su parte media un lacito, ó bien una pequeña rodela agujereada de vidrio ó metal, por el que pasa un hilo ó grupo de hilos de la urdimbre. La fig. 666 muestra varias disposiciones de estos lizos: *A* representa un lizo compuesto de dos hilos ó eslabones, por cuyo punto de reunión pasa un hilo de la urdimbre, disposición que se emplea principalmente en el tejido de telas de algodón y lino. *B* es un lizo doble, es decir, compuesto de dos iguales al anterior y situados uno detrás del otro, de modo que, pasando el hilo de la urdimbre por el eslabón inferior del primero y el superior del segundo, resulta deprimido por aquél y elevado por éste; estos lizos dobles se emplean mucho en el tejido de la seda.—*C*, *D* y *E* representan otras formas de lizos con lacitos para la recepción del hilo de la urdimbre; y *F* reproduce un lizo comúnmente usado en los Estados Unidos. *G* señala dos formas de anillos ó rondelitas de metal, que se sujetan á los hilos del lizo por los agujeros superior é inferior, mientras que el del medio está destinado al hilo de la urdimbre; y por último, reproducimos en *H* dos rondelitas de vidrio, una de las cuales está destinada á dar paso á varios hilos de la urdimbre, y que se emplean más especialmente en el tejido de la seda y de telas adamascadas.

El conjunto de perchadas, ó sea el arnés, se suspende, como hemos dicho, en la parte media del telar; en la fig. 665 tenemos dos perchadas suspendidas por sus listones superiores en los extremos de dos cordeles que pasan sobre un rodillo *t*, de modo que se mantienen en equilibrio, subiendo una de ellas cuando baja la otra. La depresión ó bajada de las perchadas se verifica por medio de pedales, *r r*, situados en la parte inferior y anterior del telar, y unidos mediante cordeles á los listones inferiores de aquéllas. El telar de que tratamos está provisto de dos pedales de la construcción más sencilla; pero aumentando el número de perchadas, el mecanismo se complica, como tendremos ocasión de explicar más adelante. Inmediatamente por delante del arnés se encuentra el *bastidor del peine* (figura 665, *h i k l*), un poco más ancho que la urdimbre, suspendido en los extremos de un fuerte listón *h i*, que descansa sobre los largueros superiores del telar, mediante dos cuchillas de hierro apoyadas sobre los cojinetes *m m*, de modo que dicho listón es susceptible de oscilar. Los dos listones laterales del bastidor, llamados *espadas*, están ensamblados inferiormente á un fuerte madero transversal, el *durmiente*, por encima del cual se ensambla en las espadas un listón *(k)*, llamado *empuñadura*, de modo que, resbalando en unas correderas, pueda separarse de aquél lo suficiente para admitir el *peine*. Este, que se sujeta entre dos ranuras en la parte inferior de la empuñadura y superior del durmiente, consiste en dos listones ligeros y paralelos (cuya longitud corresponde al ancho de la tela), mantenidos á cierta distancia uno de otro (de 5 á 15 centímetros, según la abertura de los hilos de la urdimbre) por una serie de varillas verticales de caña, ó bien de alambre aplanado de acero ó latón. El número de varillas y la estrechez de los espacios intermedios depende del número de hilos de la urdimbre, y de si éstos han de pasar por dichos espacios aisladamente ó por grupos; cierto número de varillas, generalmente 40 ó 48, compone lo que se llama un *paso* ó una *cuenta*, y el ancho del peine se expresa por pasos ó cuentas.

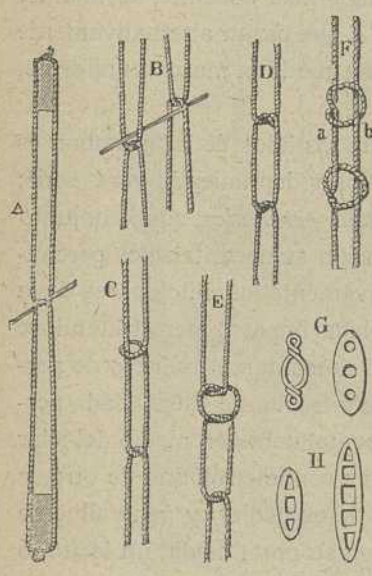


FIG. 666.—Lizos y rondelitas.

El lado superior del durmiente, delante del peine, que se inclina un poco hacia éste ó recibe una tablita llamada *asiento*, constituye la vía sobre la que se desliza la lanzadera al pasar entre los hilos abiertos de la urdimbre. La *lanzadera* empleada en los telares comunes, y cuya forma más sencilla reproduce la fig. 667, se hace generalmente de madera de boj, y á veces de manzano, nogal ó haya, con puntas de metal, variando sus dimensiones entre 15 á 40

centímetros de largo, 2 á 5 de ancho y 2,5 á 4 de alto. Se distinguen dos clases de lanzadera: la de mano, que lanza el tejedor directamente con la mano de una orilla á otra de la urdimbre por las alternadas aberturas que producen las perchadas, y la lanzadera volante, inventada el año 1733 por el inglés *Juan Kay*, que se despide por medio de un sencillo mecanismo. Consiste éste en dos varillas de hierro fijas en ambos extremos y lado superior del durmiente, á lo largo de las cuales corre, á impulso de una cuerda, una pieza de madera, forrada por delante con cuero, para que no se deteriore por los continuos golpes de la lanzadera; el mecanismo se halla resguardado por una cajita, que tiene la abertura necesaria para dar paso á aquélla, como indica la figura 665, y el trabajo del tejedor se reduce á tirar repentinamente de la cuerda *o*, ora hacia la derecha, ora hacia la izquierda, por medio de la manezuela *n*, para determinar el paso de la lanzadera á través del telar. Con el objeto de reducir el rozamiento á un mínimum y facilitar el paso más rápido, la lanzadera volante contiene dos pequeños rodillos transversales que sobresalen un poco en su fondo, rodando sobre el durmiente.



FIG. 667.—Lanzadera de mano.

La parte media de la lanzadera es hueca, y en ella se encuentra una pequeña varilla destinada á sostener la *canilla*, ó sea el carrete en que se devana el hilo de la trama, y consiste sencillamente en un pequeño tubo de cartón, caña ó madera. Se distinguen canillas giratorias, sobre las que actúa un ligero muelle de alambre para regular su rotación, y canillas fijas, con un extremo libre para el desarrollo del hilo, el cual pasa á través de la pared de la lanzadera, en un lado (véase fig. 667) por un agujero guarnecido con un anillo de vidrio ó porcelana.

Tratándose de una trama compuesta de hilos de varios colores ó de materiales distintos, se emplea el bastidor de peine dicho "doble„ ó "de cambio„, inventado en 1760 por *Roberto Kay*, hijo del ya referido, y mediante el cual entran en acción alternativamente dos ó más lanzaderas. Hace ya tiempo que se construyeron semejantes bastidores para doce hilos de trama distintos, ó sean otras tantas lanzaderas; las cajitas destinadas á la recepción y al disparo de ellas se disponen de modo que puedan elevarse hasta el nivel superior del durmiente en el momento necesario, ó bien constituyen en ambos extremos del durmiente un conjunto, que puede deslizarse horizontal y lateralmente, ó girar sobre un centro, dejando libre el paso á una de las lanzaderas.

Es evidente que, á medida que se va tejiendo, es preciso arrollar la tela hecha, pues de otro modo no tendría el peine espacio suficiente para prestar el servicio que más adelante explicaremos. En los telares más sencillos no hay otro medio de arrollar la tela que una manivela de cruz en un extremo del

enjulio correspondiente, al que da vuelta el tejedor cuando lo reclama la acción del peine; pero los telares comunes mejor construídos están provistos al efecto del llamado *regulador*, ó sea un mecanismo de ruedas de engrane en combinación con dicho enjulio y los pedales de las perchadas, de modo que, cada vez que se pisan éstos, el enjulio gira un poquito y la tela se va arrollando gradualmente y con la mayor regularidad. Por último, para evitar que la tela se vaya encogiendo en el sentido de su anchura, produciéndose orillas desiguales, merced á la tirantez de la trama que se va formando, es preciso templarla transversalmente, sirviendo al efecto el llamado *templador*, consistente en dos listones ó tablitas (fig. 665, *q q*) con muescas, en las cuales se engatillan unas abrazaderas que los sujetan á diferentes distancias. Este instrumento tiene en ambos extremos una serie de pequeñas puntas de hierro ó cobre, mediante las cuales se engancha en las orillas de la tela; y á medida que adelanta el trabajo y que el tejido se arrolla en el plegador, se va mudando ó corriendo, de modo que ocupe siempre una posición lo más inmediata al peine que sea posible, ó sea junto á la última pasada de la trama.

PREPARACIÓN DE LOS HILADOS PARA EL TELAR

Los diferentes hilados destinados á la tejeduría, y que salen generalmente de las filaturas en forma de madejas, tienen que someterse á ciertas operaciones preparatorias antes de que puedan tejerse. Tratándose de la urdimbre, hay que devanar los hilos sobre carretes, urdirlos, arrollarlos ó plegarlos, como se dice, sobre el enjulio, y encolarlos; mientras que los hilados que se destinan á la trama tienen que devanarse sobre canillas para su colocación en la lanzadera. Donde siguen empleándose los telares comunes ó de mano, dichas operaciones se verifican todavía con aparatos manuales; pero en los grandes centros manufactureros donde se ha arraigado ya el telar mecánico, se usan al efecto máquinas especiales de devanar, urdir, encolar, etc., pasando en muchos casos directamente á las lanzaderas, las canillas empleadas en la filatura con la hilandera de mula (*self-actor*).

El *devanado* de los hilos, ora sea para preparar la urdimbre, en cuyo caso se verifica sobre carretes, ora para la trama, á cuyo fin se toman canillas, puede efectuarse por medio de un torno de mano ó de una máquina de devanar; el torno no admite más que un carrete ó canilla á un tiempo, mientras que la máquina devana simultáneamente de 6 á 80 hilos y aun más. La fig. 668 representa un torno de devanar, tal como se emplea en la tejeduría de la seda para formar un hilo de trama por la reunión de varios hilos más finos; pero con una ligera modificación sirve también para devanar hilados de urdimbre. El devanado de la trama con semejante aparato supone un cuidado especial, á

fin de que el hilo se vaya arrollando con la mayor regularidad; pues de lo contrario resultarían continuos entorpecimientos en el telar. Las tramas de algodón, lino y lana se emplean con frecuencia mojadas, porque resultan más blandas y elásticas, y producen telas más densas y lisas; con tal objeto se moja el hilo al tiempo de devanarse, ó la canilla llena se echa en agua momentos antes de colocarse en la lanzadera.

En las máquinas de devanar, las madejas procedentes de la filatura se disponen sobre una serie de tambores susceptibles de girar con mucha facilidad, y los cabos de los diferentes hilos se sujetan á los carretes, dispuestos en una ó varias filas, y movidos simultáneamente por un mecanismo especial, á impulso de un motor, de modo que pueden dar hasta 300 vueltas por minuto. Para que los hilos se vayan arrollando con la mayor uniformidad, pasando en espiras de gran amplitud desde un extremo á otro del carrete, se conducen por una serie de anillos de vidrio fijos á un bastidor, al que se imprime de continuo un movimiento de vaivén en sentido horizontal ó vertical, según que los carretes estén dispuestos horizontal ó verticalmente. El *urdido* consiste en un devanado especial, mediante el cual se reune el número de hilos necesario para la tela que se trata de tejer, de modo que, al extenderse, constituyan la llamada urdimbre, ó sea una serie de hilos largos, perfectamente paralelos entre sí, dispuesta para la recepción de la trama. Empléanse todavía al efecto urdidores movidos á mano; pero en las grandes fábricas de tejidos los sustituyen, con notable ventaja, las máquinas de urdir, que trabajan con mucha mayor rapidez y perfección.

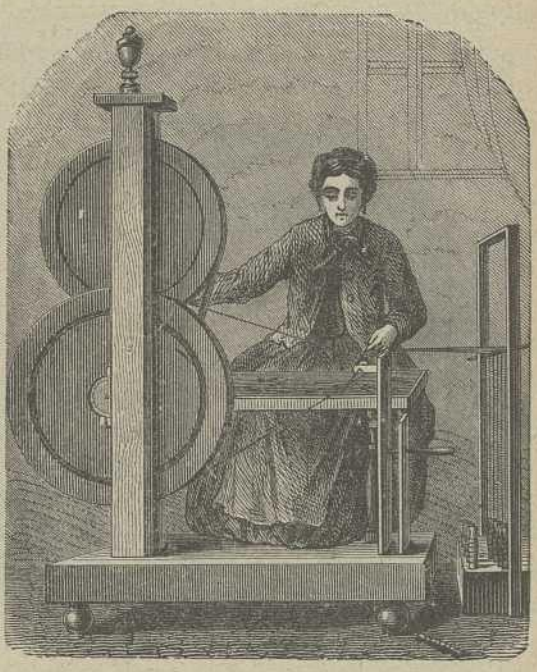


Fig. 668.—Torno de devanar.

Los urdidores de mano son aparatos bastante sencillos, componiéndose principalmente de la llamada *bobinera*, en la que se colocan los carretes llenos, y un devanador vertical de unos dos metros de alto y tres de circunferencia, constituído por una serie de bastidores fijos radicalmente en torno de un árbol. Antes se hacía girar el devanador empujándolo con la mano; pero los urdido-

res de mano mejor construídos tienen un manubrio, mediante el cual, y las correspondientes poleas y cuerda ó correa de transmisión, se imprime el movimiento de rotación al árbol del devanador (véase fig. 669). En cuanto á la bobinera, disponíase antes de modo que los carretes se colocaban en ella verticalmente, mientras en los aparatos más modernos los carretes se disponen horizontalmente (fig. 669). Además, estos urdidores perfeccionados llevan el llamado *cascabel*, destinado á reunir los diferentes hilos que salen de la bobinera y servirles de guía al tiempo de urdirse; este cascabel, como indica el grabado, se halla suspendido, en un lado del devanador, á una cuerda que pasa sobre una poleíta y se arrolla en torno del gorrón superior del árbol; de este modo, y á medida que gira el devanador en un sentido ó en otro, el cascabel va subiendo ó bajando gradualmente. Otro elemento esencial del urdidor lo constituyen las llamadas *clavijas de cruzamiento*, que determinan la longitud uniforme de los hilos de la urdimbre.



Fig. 669.—Urdidor.

En efecto, teniendo en cuenta el número considerable de hilos que componen la urdimbre de una tela, número que puede pasar de tres mil, es evidente que su urdido simultáneo supondría una complicación del aparato incompatible con el trabajo manual; y nuestros lectores habrán observado sin duda, que en la bobinera representada en la fig. 669, los carretes se hallan en número muy reducido, comparado con el de dichos hilos. Por regla general, se devana sobre el urdidor un número de hilos correspondiente á un paso ó medio paso del peine del telar, ó sean 40 ó 20 respectivamente, teniendo cada hilo un largo igual, por lo menos, al de la pieza de tela que se trata de producir, multiplicado por el número de pasos del peine. Por ejemplo: suponiendo que la tela ha de tener 30 metros de largo y su urdimbre 1.000 hilos, cada hilo de los 40 carretes colocados en la bobinera deberá tener cuando menos 30 metros $\times$ 25 pasos de peine $=$ 750 metros. Reunidos

los cabos de los cuarenta hilos, se sujetan á una clavija en la parte superior del urdidor, y dando vueltas á éste, se van devanando los hilos en forma de faja espiral; completadas las vueltas correspondientes al largo de la urdimbre (en el ejemplo referido, y teniendo el urdidor tres metros de circunferencia, serían diez las necesarias), se coloca una de las clavijas de cruzamiento y se vuelve sobre ella el conjunto de hilos, haciendo girar entonces el urdidor otras tantas veces en la dirección opuesta; después se vuelven los hilos sobre otra clavija, y dando vueltas de nuevo en el mismo sentido que la primera vez; y así sucesivamente hasta obtener las porciones de la urdimbre correspondientes al número de pasos del peine. Terminado el urdido, se pasa un bramante por todos los lazos formados por las vueltas de los hilos sobre las clavijas de cruzamiento, atándolo fuertemente, hecho lo cual se arrolla la urdimbre en forma de ovillo, ó bien sobre un rodillo, si es de seda.

A la operación que acabamos de describir sigue el *plegado* de la urdimbre ó sea su arrollado en el plegador ó enjulio correspondiente, debiendo quedar los hilos distribuídos con la mayor regularidad. Al efecto, se pasa un listón por los cruzamientos inferiores de los hilos, desatando naturalmente el bramante que los tenía ligados, y después de repartirlos con la mejor uniformidad posible, se introduce el listón en una ranura del plegador, sujetándolo en esta posición por medio de cordelitos. Para que los hilos se vayan arrollando uniformemente en toda la extensión del plegador, se coloca delante de éste una especie de peine, llamado *vantoir*, entre cuyos dientes pasan los hilos aislados ó por grupos iguales; los dientes de este peine están vueltos hacia arriba, y para que no puedan salir los hilos, se tapan las puntas con un listón provisto de una ranura, que se sujeta al peine por medio de dos clavijas. Según el procedimiento antiguo, que indica la fig. 670, un operario mantiene tirante la urdimbre, mientras que otro va dando vueltas al plegador con un torniquete; pero hoy se emplea un tambor horizontal, en el que se arrolla previamente la urdimbre tal como sale del urdidor, y por cuyo medio el plegado con mayor procede regularidad. De todos modos, es decir, ora se guíe la urdimbre á mano, ora se emplee el tambor, la operación debe verificarse con pausa y el mayor cuidado, á fin de que los hilos se arrollen todos con igual tensión y queden perfectamente repartidos. Al concluir el plegado, se meten por el entrecruzamiento superior de los hilos dos varillas llamadas vergas, procediendo entonces á pasar los hilos por los lizos de las perchadas y por el peine, sujetándolos después al enjulio de delante.

Excusado parece advertir que, tratándose de la tejeduría mecánica, el plegado de la urdimbre se verifica con la mayor precisión y con gran ahorro de tiempo, por medio de máquinas especiales, de las que existen plegadoras simples, y otras combinadas con las máquinas de encolar.

El paso de los hilos de la urdimbre por los lizos se practica mediante una

herramienta especial, consistente en un alambre de 25 centímetros de largo, con su mango, y cuyo extremo libre está aplanado y tiene una entalladura lateral, que le da forma de gancho; para pasar los hilos por el peine se emplea una especie de cuchillo, ó sea una tira de latón de 15 á 20 centímetros de largo por 1,5 de ancho, con un extremo apuntado, y también con una entalladura oblicua. La fig. 671 ilustra la operación de pasar los hilos, de la

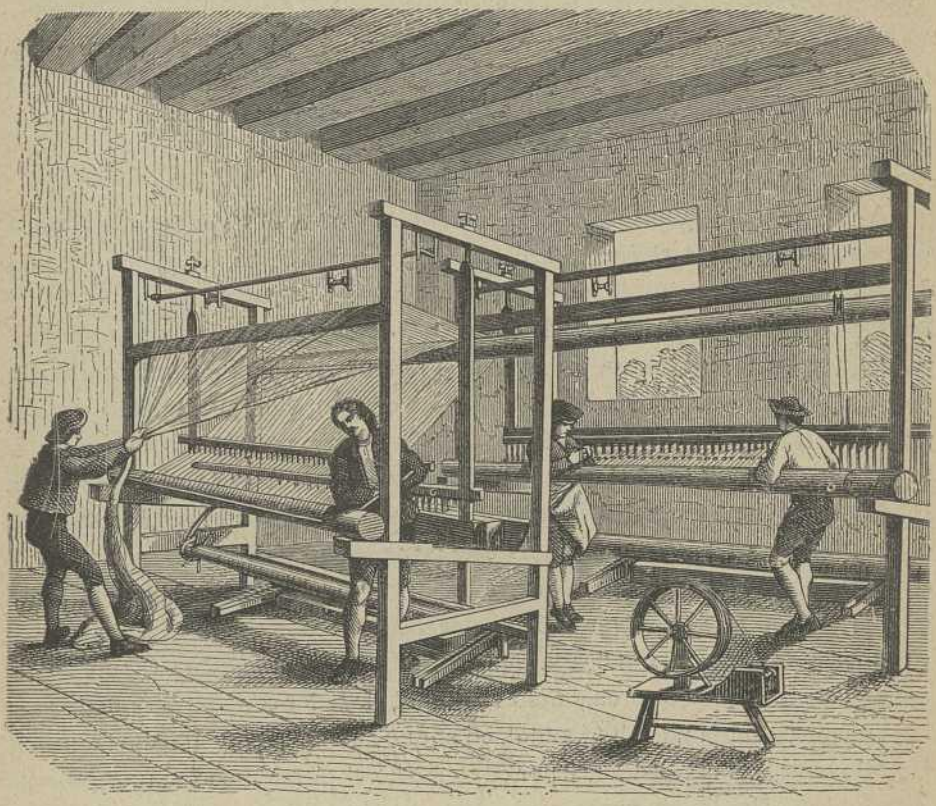


FIG. 670.—Plegado de la urdimbre.

que suelen encargarse dos mujeres: el plegador (en este caso el de un telar mecánico) con la urdimbre arrollada, está suspendido del techo del taller, y debajo de él penden provisionalmente las perchadas; una de las mujeres, sentada detrás de éstas, va presentando los hilos en el orden debido á su compañera, que los va pasando por el peine. Este trabajo tan laborioso se puede evitar, siempre que la pieza de tela que se trata de producir sea igual á la que se acaba de tejer; pues en este caso basta unir los cabos de la primera urdimbre (el de la tela concluída) con los de la nueva, y dando vueltas al enjulio de delante, hacer tiro de éstos hasta pasarlos todos á un tiempo por los lizos y el

peine. La sujeción definitiva de la urdimbre al enjulio de delante se verifica de diferentes maneras, sirviendo comunmente al efecto un listón, que se pasa por los cruzamientos terminales de los hilos y se halla situado en una ranura reservada en dicho cilindro, sujetándose por medio de cordelitos.

Terminadas las operaciones preparatorias antedichas, ajustadas las perchadas á la altura conveniente y unidas como corresponde á los pedales, se halla el telar dispuesto para tejer; pero antes de proceder á la descripción de este trabajo, debemos hablar del *encolado* de la urdimbre, que tiene por objeto alisar y dar mayor consistencia á los hilos, á fin de que sufran menos por el rozamiento al pasar por los lizos y el peine. Tratándose del lino y el algodón, se emplean para encolar engrudos de harina, almidón, liquen de Islandia, etc., á los que suelen agregarse diversas sustancias, como caparrosa azul ó verde, alumbre, cloruro de cal, sebo, cola, etc., para que se conserven mejor. En la tejeduría de mano puede verificarse este encolado en el telar mismo, mojando un cepillo de cerdas largas en el engrudo y pasándolo sobre los hilos extendidos de la urdimbre, desde las perchadas hacia el plegador de atrás, primero por encima y luego por debajo. La urdimbre de lana, en cambio, tiene que encolarse al tiempo de quitarla del urdidor y antes de proceder al plegado; á cuyo efecto se sumerge en una disolución floja y templada de cola, sometiéndola luego á una presión para exprimir el líquido sobrante, y ahuecándola, ó sea separando los hilos, por medio de una especie de peine ó rastrillo. Las urdimbres de seda no se someten al encolado, porque dicha materia es de suyo bastante lisa y resistente, y además no conviene dar lugar á que se ensucie, pues un lavado ulterior de la tela perjudicaría el color y el brillo.

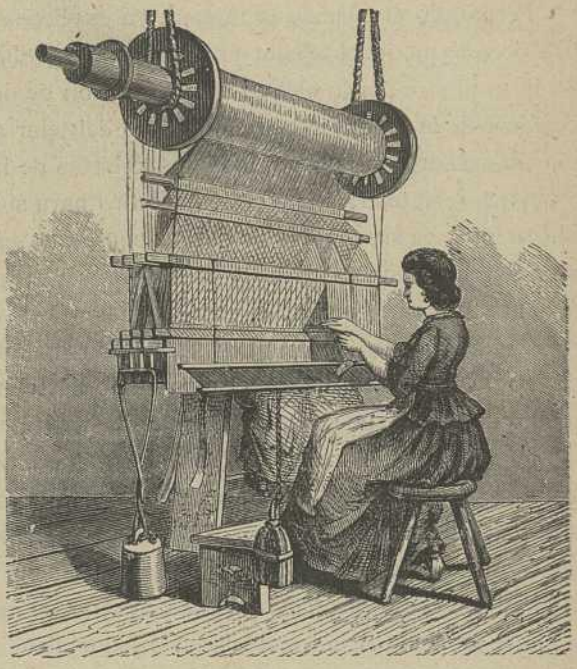


FIG. 671.—Paso de los hilos de la urdimbre por lizos.

El encolado, tanto de las urdimbres de algodón y lino como de las de lana, se verifica, en la tejeduría mecánica, por medio de máquinas especiales,

antes de proceder al plegado. En las más perfeccionadas, que son de origen escocés, la urdimbre pasa sucesivamente por un baño de engrudo ó cola y un sistema de cilindros calentados con vapor de agua, que la secan perfectamente, arrollándose en seguida sobre el plegador del telar mecánico.

TEJIDO

Preparado el telar de la manera ya explicada, la operación de tejer se verifica de este modo: el tejedor pisa uno de los pedales, determinando la abertura de la urdimbre por la elevación y depresión de dos ó más perchadas, y entonces despide la lanzadera desde un lado del telar al opuesto, á través del espacio triangular formado por los hilos abiertos de la urdimbre entre el peine y el antepecho del telar; hecho esto, hace tiro para sí del peine (que, como dijimos más arriba, es susceptible de oscilar como una péndola), sentando uniformemente la porción desarrollada de la trama; y entonces, soltando el peine, pisa el segundo pedal para cambiar las posiciones de los hilos de la urdimbre, deprimiendo los antes levantados y alzando los antes deprimidos, y despide de nuevo la lanzadera desde el otro lado del telar, aplicando en seguida, por medio del peine, la segunda porción de trama contra la primera. Repitiendo las mismas operaciones, el tejido adelanta gradualmente, añadiéndose un hilo de trama á cada paso de la lanzadera, y sólo interrumpiéndose el trabajo á intervalos para arrollar sobre el enjulio de delante la porción de tela hecha, á menos que el telar esté provisto del mecanismo antes referido, y mediante el cual la tela se va arrollando á medida que se teje. Al mismo tiempo, y tratándose de telas determinadas, el tejedor tiene que quitar con unas pinzas especiales las motas ó nudillos que se presenten en la superficie, y alisar ésta por medio de una planchita pulimentada de cuerno ó de metal.

En la descripción que antecede hemos dicho que el peine se atrae inmediatamente después de pasar la lanzadera, sentándose la trama *con la urdimbre abierta*, ó sea antes de pisar el segundo pedal; pero hay otro método de tejer que consiste en sentar la trama *con la urdimbre cerrada*, esto es, tirando del peine después de pisado dicho pedal. Esta diferencia ejerce una influencia esencial sobre el tejido: aplicando el peine con la urdimbre abierta, la trama se tiende más, y resulta menos visible en la tela acabada; mientras que de sentarla con la urdimbre cerrada ó cruzada, sus ondulaciones son más pronunciadas, es decir, que se levanta más entre los hilos de la urdimbre, resultando más aparente en la superficie de la tela y prestando á ésta más cuerpo. Por estas razones, se teje generalmente con arreglo á la primer manera, es decir, sentando la trama con la urdimbre abierta, cuando se trata de producir telas

lisas de poco cuerpo, y la segunda, con urdimbre cerrada, se practica para tejer telas más pesadas ó gruesas, de superficie más ó menos áspera.

Por más que, según lo dicho, el trabajo del tejedor, por cuanto al manejo del telar se refiere, adolece de cierta uniformidad ó monotonía si se quiere, es el hecho que, con sólo variar la repartición de los hilos de la urdimbre en las perchadas, se pueden producir telas muy diversas. En efecto: es fácil comprender que puede variarse considerablemente el aspecto de los tejidos, según que se forme con la urdimbre dos aberturas iguales, haciendo pasar la trama primero sobre los hilos impares (1, 3, 5, 7, 9, 11, etc.) y debajo de los pares (2, 4, 6, 8, 10, etc.), y luego sobre éstos y debajo de aquéllos; ó bien se distribuyen dichos hilos en grupos, levantando unos y deprimiendo otros en orden distinto, para dar paso á la trama. En términos generales, los tipos fundamentales del tejido que comprenden todos los productos de la tejeduría, pueden reducirse á tres, ó sean las llamadas *armadura de tafetán ó lienzo*, *armadura asargada ó de sarga*, y *armadura de satén ó raso*. Las diferencias en el modo de entrecruzarse la trama con los hilos de la urdimbre, que constituyen lo característico de estas armaduras, se producen mediante la disposición variable de esos hilos en los lizos, la manera de unir las perchadas con los pedales, y el modo de pisar éstos; pormenores que consideraremos ahora con la detención necesaria.

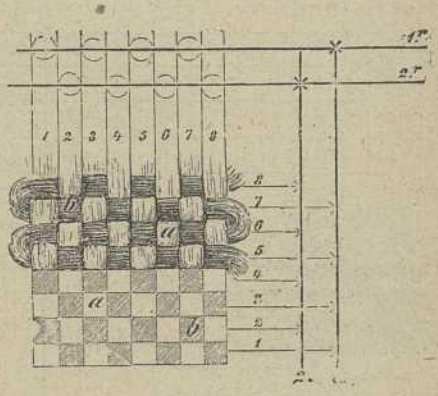


FIG. 672.—Armadura de tafetán.

Armadura de tafetán ó de lienzo.—Es la más natural, antigua y sencilla: á cada paso de la lanzadera se divide la urdimbre en dos partes iguales por medio de dos perchadas, de modo que cada uno de sus hilos viene á quedar alternando por encima y por debajo de la trama. Los tejidos formados de esta manera tienen, pues, el mayor número posible de puntos de unión ó cruzamiento de sus hilos, y son relativamente los más resistentes.

La fig. 672 representa en esquema la armadura de tafetán: las dos líneas superiores gruesas y horizontales (1^r y 2^r) designan las dos perchadas del telar; las dos verticales y gruesas, á la derecha, representan los pedales; las dos crucecitas que se ven en dos de los puntos donde dichas líneas se cruzan, indican la perchada que debe levantarse; los circulitos sobre las líneas de las perchadas representan los lizos por los que pasan los hilos de la urdimbre, los cuales están representados á su vez por los espacios 1 á 8 entre las líneas finas verticales, mientras que los espacios correspondientes á las líneas finas horizontales señalan la trama. Se ve, pues, claramente que todos los hilos impares

de la urdimbre pasan por los lizos de la primera perchada, y que quedan levantados al pisar el primer pedal; y asimismo que los hilos pares corresponden á la segunda perchada, que se levanta por medio del segundo pedal. También indica la figura cómo la trama se entrelaza con la urdimbre, pasando en una carrera por debajo de los hilos pares y por encima de los impares, mientras que en la carrera opuesta sucede lo contrario; de modo que el dibujo que resulta de los hilos entrecruzados es comparable á un tablero de ajedrez, representando los cuadros blancos, *a*, las partes visibles de la urdimbre, y los negros, *b*, las partes visibles de la trama.

Tratándose de telas muy finas ó densas, especialmente las de seda, la urdimbre se distribuye entre cuatro, seis ú ocho perchadas. Tal sucede, por ejemplo, con la tela de seda llamada "gros de Nápoles„, cuya urdimbre se compone de más de 2.000 hilos por cada 50 centímetros de ancho, hilos que se reparten entre ocho perchadas. Si en el género de tejido, ó sea con la armadura de que hablamos, se emplean dos hilos de trama juntos, ó si con una sola trama se hace pasar éste sobre dos hilos consecutivos de la urdimbre, en vez de uno, para lo cual se necesitan cuatro perchadas, se obtienen las telas dichas acanaladas ó cuadriculadas; mientras que otros diversos efectos rizados, listados, jaspeados, irisados, etc., resultan del empleo de urdimbre y trama de diferentes materiales.

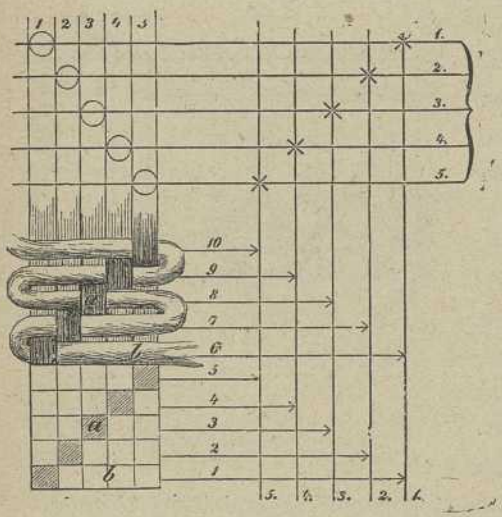


FIG. 673.—Armadura asargada.

Armadura asargada.—El tejido asargado se diferencia del de tafetán ó lienzo por líneas ó fajas diagonales, más ó menos anchas y pronunciadas, producidas por un entrecruzamiento especial de los hilos, que representamos en la fig. 673; los varios elementos de este diseño tienen la misma significación que en la figura anterior. Para producir dichas fajas diagonales de ancho diverso, es preciso dividir la totalidad de los hilos de la urdimbre en partes desiguales, por medio de las perchadas; según la proporción de esta división, y por consiguiente el ancho de las fajas, se distinguen cuatro sargas principales.

La división de la urdimbre en la proporción de 1 á 2, ó á 3, 4 ó 5, de modo que una parte de la misma se componga siempre de $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$ ó $^1/_6$ de los hilos, mientras que la otra contiene $^2/_3$, $^3/_4$, $^4/_5$ ó $^5/_6$ respectivamente, da lugar á dos

especies de tejidos asargados, que sólo se diferencian en que la una deja á la vista porciones mayores de la urdimbre que de la trama, mientras que en la otra aparece más de ésta que de aquélla. Tales son las dos primeras sargas fundamentales, llamadas respectivamente "de urdimbre„ y "de trama„, porque en la primera el efecto se debe á la preponderancia de la urdimbre á la superficie, y en la segunda á la preponderancia de la trama. El lado ó cara de la tela en el que la urdimbre ó la trama forma las fajas diagonales, produciendo el efecto consabido, se llama el *derecho*, y las sargas de este género se llaman de *derecho sencillo*. Como la proporción de la división de la urdimbre expresa el número de las perchadas y los pedales necesarios, se habla de armaduras asargadas de tres, cuatro, cinco, ó más perchadas, y de sargas de á tres, cuatro, cinco, etc. Una sarga de urdimbre de á cuatro, por ejemplo, es aquella en que tres hilos consecutivos de la urdimbre tapan tres consecutivos de trama; y una sarga de trama de á cinco, la en que cuatro hilos consecutivos de trama cubren otros tantos de urdimbre, como indica nuestro grabado (fig. 673).

La tercera sarga fundamental supone que un número de hilos de la urdimbre correspondiente al número de perchadas necesarias (y es de cuatro por lo menos), se divida siempre en dos partes *iguales* para la recepción de la trama; de modo que, por ejemplo, tratándose de una sarga de á cuatro, el primero y segundo hilo de la urdimbre queden por debajo del primer hilo de trama, y el tercero y cuarto por encima del mismo, invirtiéndose la relación con el segundo hilo de trama; y que en la cuarta pasada de la trama, los hilos primero y cuarto queden debajo, y los segundo y tercero encima. Con arreglo al mismo principio, en las sargas de á seis, tres de los hilos de la urdimbre quedan arriba y tres abajo, mientras que las de á ocho suponen cuatro hilos superiores y cuatro inferiores. Semejantes sargas se llaman *de derecho doble*, porque tienen tan buena vista en una cara como en la otra, pudiendo decirse que ambos lados son derechos. La armadura correspondiente supone en todos los casos un número par de perchadas.

La cuarta sarga fundamental supone que un número de hilos de la urdimbre igual al de las perchadas necesarias, ó sea el de cinco por lo menos, se divida siempre en dos partes *desiguales*, de las que una se mueve en dirección contraria á la otra al recibir la trama. Con una sarga semejante de á cinco, por ejemplo, en la primera pasada de la trama, las perchadas primera y segunda se deprimen, levantándose las tercera, cuarta y quinta; en la segunda pasada bajan las perchadas segunda y tercera, y se alzan las cuarta, quinta y primera; en la tercera pasada se deprimen las perchadas tercera y cuarta, mientras que se levantan las quinta, primera y segunda; y así sucesivamente. De la misma manera pueden producirse sargas de este género, de á seis, siete, ocho ó más perchadas; y algunos de estos números permiten además varias

combinaciones: por ejemplo, el 7 puede resolverse en 5 + 2 ó 4 + 3, y el 8 en 6 + 2 ó 5 + 3.

De lo dicho se desprende que las telas asargadas deben tener más brillo ó lustre que las de tafetán; y, en efecto, sucede esto tanto más, cuanto más sueltos estén los hilos de urdimbre ó de trama. Las combinaciones son muy numerosas y variables, pero siempre trabaja cada hilo de la urdimbre con arreglo á la misma regla: una pasada de trama antes ó después que su vecina, de modo que todos los puntos de cruzamiento se siguen diagonalmente. Comparado con el tejido de tafetán ó lienzo, el asargado, merced al número más reducido de los puntos de cruzamiento, resulta más grueso ó pesado, suponiendo en ambos casos hilos del mismo grado de finura; merced á la cualidad de variar que tienen los dibujos, se pueden producir efectos muy bonitos, mientras que según que en el aspecto de la tela desempeñe el papel secundario la urdimbre ó la trama, una ú otra de éstas puede formarse con materiales de calidad inferior, de lo que resulta cierta economía en la fabricación.

Armadura de raso ó satén.—Mientras en los tejidos asargados los puntos de unión ó cruzamiento entre los hilos de trama y urdimbre se tocan y forman líneas ó fajas diagonales, en los de satén están esparcidos dichos puntos; un hilo de urdimbre abraza cierto número de hilos de trama, de modo que en el lado derecho de la tela los tapa todos menos uno. Cada hilo sucesivo de la urdimbre abraza, de la misma manera, un número igual de hilos de trama; pero dos hilos consecutivos de urdimbre no cruzan la misma trama, sino que el punto de cruzamiento del segundo se adelanta al del primero en dos hilos de trama por lo menos. Si un hilo de urdimbre pasa sobre siete hilos de trama, por ejemplo, el raso ó satén que resulta se llama "de á ocho„, porque el entrelazamiento comprende ocho hilos de urdimbre y ocho de trama, necesitándose al efecto ocho perchadas y pedales. El número de las perchadas en esta armadura se resuelve siempre en dos números indivisibles entre sí, de los que el más pequeño se llama número de progresión. Para un satén de á ocho, este número es 3; para uno de á siete puede ser 2 ó 3; para uno de á cinco es 3; para uno de á nueve es 2 ó 4, y para uno de á once puede ser 2, 3, 4 ó 5, porque el número 11 puede resolverse en 2 + 9, ó en 3 + 8, ó en 4 + 7, ó bien en 5 + 6.

La fig. 674 muestra una de estas combinaciones, ó sea la de un satén de á ocho, con 3 como número de progresión: en efecto, si partiendo de cualquiera de los cuadritos sombreados del patrón, se cuentan tres cuadritos blancos en línea recta hacia arriba y se salta al cuadrito inmediato á la derecha, éste representa el punto de cruzamiento del hilo de urdimbre más próximo; también tomando el segundo número de la división fundamental, ó sea 5 en este caso, contando desde un cuadrito sombreado hacia abajo, y saltando á la derecha, se obtiene asimismo otro punto de cruzamiento. Mediante semejantes combi-

naciones, se presta la armadura en cuestión á producir tejidos variados, y esta diversidad puede aumentarse combinando la armadura de satén con la asargada ó la de tafetán, resultando telas que tienen el aspecto de raso en una de sus caras, y el de sarga ó tafetán en la otra.

En nuestra descripción del telar común sólo hablamos del mecanismo ordinariamente empleado para mover dos perchadas; pero cuando es preciso tejer con mayor número de éstas, es necesario apelar á otros medios, adop-

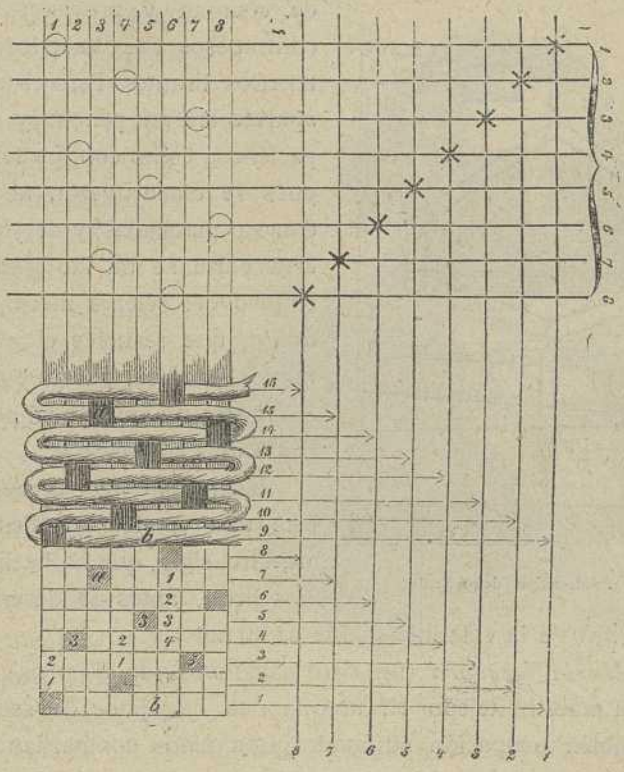


FIG. 674.—Armadura de satén.

tándose generalmente un sistema de palancas. La fig. 675 representa una de las combinaciones más comunes: las perchadas *A* y *B* están suspendidas en los brazos cortos de dos balancines *e d* y *e' d'*, montados en la parte superior del telar, y cuyos brazos largos se hallan unidos por medio de cuerdas á las palancas *c* y *c'*, situadas en la parte inferior de aquél; los pedales *a* y *a'* están unidos, también por medio de cuerdas, de una parte á dichas palancas *c* y *c'*, y de otra á las palancas más cortas *b* y *b'*, las últimas de las cuales se unen á su vez á los listones inferiores de las perchadas. En el caso ilustrado, las uniones están combinadas de manera que, al pisar un pedal, una de las perchadas baja, mientras que la otra sube. Un número mayor de perchadas supone, natu-

ralmente, un número correspondiente de balancines, palancas y pedales, y es evidente que la multiplicación de estos elementos con sus cuerdas, tiende á complicar sobremanera el manejo del telar, dificultando de un modo extraordinario el trabajo cuando se trata de tejidos con dibujos (damascos, etc.), que necesitan más de diez ó doce perchadas.

Semejantes telas de adorno se hacían en otros tiempos más ó menos primorosamente con el llamado telar de botones, en el cual se levantaban los hilos de la urdimbre por medio de lizos, suspendidos aisladamente en una serie de cuerdas y provistos de pequeños contrapesos para hacerlos bajar y mantenerlos tirantes. Pero el trabajo con tal aparato era tan penoso y suponía tanta paciencia, como con los telares que después se construyeron al efecto, hasta con 24 perchadas; y de 50 ó 60 años á esta parte se ha ido generalizando el empleo del célebre mecanismo de Jacquard, que resuelve el problema con la mayor sencillez, puesto que, por su medio, basta un solo pedal para fabricar el tejido más complicado.

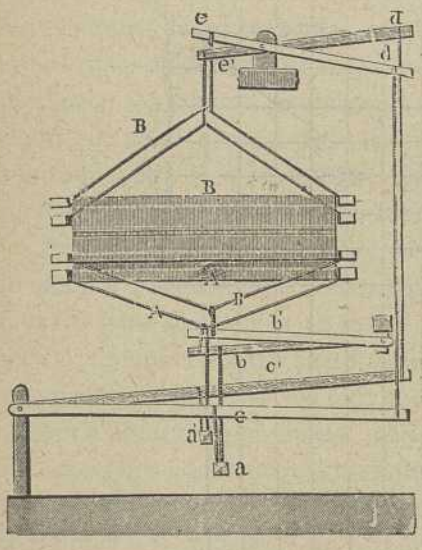


FIG. 675.—Mecanismo de perchadas.

Mecanismo de Jacquard. — Siendo éste uno de los grandes inventos de nuestro siglo, que ha hecho época, séanos lícito, antes de describirlo, dedicar algunos párrafos á la vida interesante de su autor.

Carlos María Jacquard (fig. 676) nació en Lyon (Francia), el año 1752; su padre era maestro tejedor en una fábrica de tejidos de seda, en la que hallaba también ocupación su madre. Los niños compartían por entonces los penosísimos trabajos de la tejeduría de seda, y esta circunstancia fué causa de que, desde edad temprana, el joven Jacquard mirara con aversión el oficio; tanto más cuanto que su padre tenía empeño en que lo siguiera, y ridiculizaba su deseo de ir á la escuela. A los diez años de edad perdió Jacquard á su madre, y después le acogió un pariente para enseñarle el oficio de encuadernador; durante su aprendizaje pensaba continuamente en la posibilidad de mejorar la triste suerte de los tejedores, y esta idea fija contribuyó sin duda al desarrollo de su afición por la mecánica. Tenía veinte años cuando murió su padre; y como su herencia consistiera principalmente en un telar, estuvo un tiempo vacilando entre seguir su oficio de encuadernador ó dedicarse á la tejeduría, decidiéndose al fin por esta última, porque le parecía más apropiada para hacerle llegar algún día á realizar su íntimo propósito. Pero las

circunstancias no le favorecieron, y antes de que le fuera posible sacar algún fruto de las mejoras que había introducido en su telar, se halló en una situación tan apurada, que se vió obligado á dejar su mujer y su hijo en Lyon para ganar un mísero jornal en una cantera de yeso de Bugey.

Al iniciarse la gran Revolución, tomó Jacquard las armas, con otros muchos proletarios de su país; mas en un encuentro cerca de Hagenau tuvo la desdicha de ver caer herido mortalmente á su lado á su propio hijo, muchacho de catorce años, ocasionándole el hecho tanta pena, que se retiró de la vida militar y volvió á Lyon. Según los datos publicados en 1794, habían perecido 40.000 habitantes de esta ciudad y otros 10.000 habían huído; de modo que la industria sedera, un tiempo tan floreciente, se hallaba casi aniquilada.



FIG. 676.—Carlos María Jacquard.

En medio de tanta desgracia, volvió Jacquard á ocuparse en la construcción de una máquina auxiliar para producir tejidos con dibujos, con el firme intento de mejorar la suerte de los infelices niños empleados en esta labor; pero aunque en su mente acabó por madurar el invento, le faltaba el dinero necesario para realizarlo. Por fortuna supo captarse las simpatías de algunas personas generosas, que reconociendo la importancia del proyecto, le facilitaron los medios tan deseados; y en 1799 llegó Jacquard á montar su primera máquina, que dió á conocer el año 1801 en una exposición industrial en París, viéndose premiado con una medalla de bronce. Aun cuando este primer invento era muy inferior al que realizó después, resolvía el problema de un modo relativamente tan satisfactorio, que lo adoptaron desde luego muchos fabricantes de Lyon. En 1802 le concedió el Gobierno un privilegio por diez años; pero no quiso Jacquard valerse de él, dedicándose, al contrario, á perfeccionar su aparato, para que redundara lo mejor posible en beneficio de los pobres trabajadores; además obtuvo del municipio de Lyon un local en el palacio de Bellas Artes, con la condición de enseñar gratis el manejo de la nueva máquina á los tejedores jovenes.

A los dos años de establecida esta escuela práctica, y en medio de las múltiples ocupaciones á que tenía que atender en ella, como en su propio taller, fué llamado Jacquard á París para tomar parte en un concurso abierto allí, y en Londres, con el fin de resolver el problema de fabricar á máquina las redes de pescar. Nuestro inventor ganó el premio: el general Bonaparte le felicitó calurosamente; la Sociedad de Artes de París le concedió en 1804 una medalla de oro y 3.000 francos, y se le dió una colocación en el Conservatorio de Artes y Oficios. En esta nueva cuanto importante esfera, pudo dedicarse Jacquard con desahogo á la realización de sus fecundas ideas: inventó y perfeccionó diversas máquinas, especialmente las destinadas á la tejeduría y fabricación de cintas, y en dicho establecimiento tuvo ocasión de examinar por primera vez los restos de un aparato ideado por *Vaucanson* para la tejeduría de telas con dibujos, y destinado al mismo objeto que su propia máquina, ya privilegiada. Jacquard volvió á montar el mecanismo de Vaucanson, poniéndolo en disposición de poder funcionar; pero pronto se manifestaron los inconvenientes de que adolecía, siendo demasiado complicado y difícil de manejar.

En esto fué invitado con insistencia nuestro inventor á volver á su ciudad natal, y después de madura reflexión, regresó á Lyon, para encargarse de la dirección de un establecimiento nuevo, destinado á la fabricación de alfombras de lana. Aquí se puso nuevamente á prueba su inventiva, pues dicho establecimiento carecía de los medios mecánicos á propósito; pero su conocimiento del mecanismo de Vaucanson le fué de gran utilidad, pues halló en este aparato los elementos principales para su nuevo invento, ó sea la máquina que hoy lleva su nombre, pero en la cual sustituyó el tambor de dibujos de Vaucanson por un prisma y los cartones perforados.

Jacquard dió á conocer su nueva máquina en 1805, y se adoptó desde luego en varias fábricas, llamando extraordinariamente la atención y valiéndole los mayores plácemes. El año siguiente, un decreto imperial mandó al municipio lyonés señalarle una pensión vitalicia de 3.000 francos anuales, de la que debía continuar recibiendo la mitad su mujer, en caso de enviudar; con la condición de que Jacquard dejara en propiedad á la ciudad de Lyon todos sus inventos. Otro decreto le señaló un premio de 50 francos por cada telar á que se aplicara el nuevo mecanismo. Dadas la conciencia y generosidad con que siempre trabajaba nuestro inventor, afanándose sin cesar por perfeccionar su máquina y enseñar á manejarla, la recompensa oficial era bastante exigua; pero lo que más contristó á Jacquard fué la falta de agradecimiento y la envidia precisamente de aquéllos á quienes siempre se había propuesto favorecer con sus inventos. Vióse expuesto á serias amenazas personales, hallándose en varias ocasiones á punto de perder la vida; sus máquinas, que se construían en gran parte de madera, fueron arrastradas por trabajadores

ineptos y fanáticos, y quemadas en medio de la plaza pública, tanto en Lyon como en otros centros industriales; y, por último, varios tejedores que se creyeron perjudicados en sus intereses con el empleo del nuevo invento, le citaron ante un Tribunal de Justicia, exigiéndole indemnización, siendo lo más triste del caso el hecho de que á duras penas consiguiera Jacquard; que los jueces le permitieran demostrar prácticamente las falsedades de sus contrincantes. Pero ya que logró su justo deseo, instaló una de sus máquinas en el palacio de Saint-Pierre, y en medio de una multitud de curiosos, tejió precisamente una tela con dibujos, que, según sus contrarios, era imposible labrar, y el Tribunal se vió obligado á fallar en su favor.

Entretanto, el nuevo mecanismo había sido acogido con júbilo en el extranjero, y á pesar de los contratiempos y disgustos referidos, más de la tercera parte de los 30.000 telares que existían el año 1825 en Lyon y sus contornos, estaban dotados de él. El municipio volvió á otorgar á Jacquard la pensión, cuyo pago se había suspendido; mandó pintar su retrato, por un artista célebre, colocándolo en el Museo, y, por último, se le concedió la cruz de la Legión de Honor, que tan justamente merecía. Cansado ya de la vida activa, se retiró Jacquard con su mujer á una modesta casa de campo en Oullins, cerca de Lyon, y entregado al reposo, murió allí en 1834. Una sencilla cruz de madera señala el sitio donde descansan sus restos mortales; pero en 1840 los industriales de Lyon dedicaron á su memoria una estatua de bronce, que se erigió delante del Jardín Botánico.

La *máquina de Jacquard*, que se construye de madera ó de hierro, está representada en sección en la fig. 677, y aparte del armazón *AA*, se compone de cuatro partes principales.

1. Los *ganchos a a*, cuyos extremos inferiores sostienen los *lazos b b*. En cada lazo se suspende inferiormente un número de lizos que corresponde á los dibujos que ha de recibir el tejido; de modo que con todos los lazos pueden elevarse todos los hilos de la urdimbre. Se dan sólo algunos casos excepcionales, por ejemplo, en el tejido del piqué, en los que parte de dichos hilos se eleva por medio de perchadas situadas delante de los lizos. Los ganchos tienen la forma que indica su nombre en su parte superior, mientras que descansan por su extremo inferior sobre una tabla ó plancha *A' A'*, sujeta al armazón del aparato, y perforada para dar paso á los lazos.

2. La llamada *garra* ó *grifa c*, que sostiene los *cuchillos d d*, en cuyos filos pueden apoyarse los ganchos, es susceptible de subir y bajar en sentido vertical, por medio, bien de una palanca, ó bien de una cuerda que pasasobre poleas, y á impulso del único pedal que se necesita. Cada vez, pues, que se pisa éste, se levanta la garra, en unión de todos los ganchos que puedan hallarse suspendidos á los cuchillos, y con ellos los hilos correspondientes de la urdimbre.

3. Las *agujas f f*, en número igual al de los ganchos, y dispuestas horizontal y paralelamente en tres apretadas filas, con los muellecitos espirales *g g*, en torno de sus extremos posteriores, tienen por objeto separar los ganchos de los cuchillos, ó en su caso hacer que enganchen en ellos. Dichas agujas son pedazos perfectamente rectos de alambre, y están provistas cada una

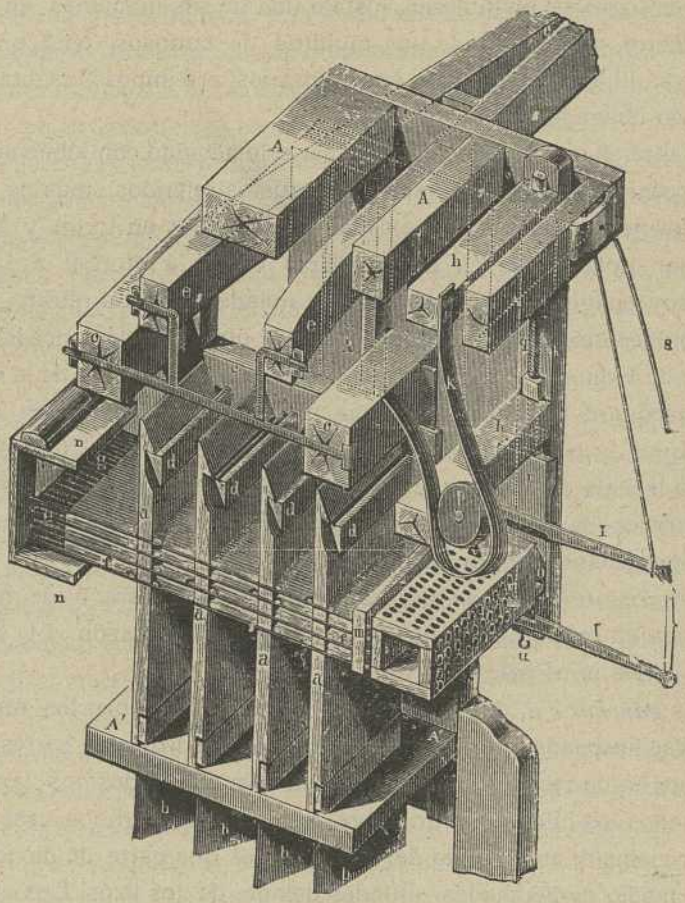


Fig 677.—Mecanismo de Jacquard.

de dos orejitas, como indica el grabado, correspondientes á los lados anterior y posterior de cada gancho, contra los cuales se apoyan constantemente. De este modo, y cuando una aguja cualquiera se mueve en sentido horizontal hacia atrás, ó sea hacia la izquierda de nuestra figura, obliga en el mismo sentido al gancho respectivo, que girando sobre su extremo inferior, se aparta del cuchillo que lo sostenía; al mismo tiempo se comprime el muellecito *g*, que rodea el extremo posterior de la aguja, de modo que, cuando ésta no encuentra resistencia en su parte anterior, recobra su posición primitiva

á impulso del muellecito, corriendo hacia adelante y llevando consigo el gancho, que queda montado nuevamente sobre el cuchillo.

4. Esta parte importante del mecanismo comprende el bastidor oscilante *h;* el *prisma i* (llamado impropiamente "cilindro„), sujeto en la parte inferior de aquél; la *prensa k*, ó sea un fuerte muelle que determina el movimiento del bastidor; y el llamado *perro*, ó sean las palancas *l l*, destinadas á hacer girar el prisma. Para que en cada caso se levanten sólo los ganchos que deban elevarse, es evidente que habrán de quedar enganchados en los cuchillos, mientras que deberán apartarse de éstos los ganchos que no hayan de levantarse; á este fin responden los agujeros del prisma *i*, en combinación con los *cartones perforados*. Son éstos tablitas de cartón agujereadas con arreglo al dibujo que ha de recibir el tejido, que se aplican contra las caras del prisma, y cuyos agujeros corresponden precisamente á otros tantos de esta última, y también á las agujas que no han de sufrir desviación. Como se ve en el grabado (figura 677), los extremos anteriores de todas las agujas atraviesan la tabla *m;* de modo que, cuando el prisma *i*, cubierto de cartones, se oprime mediante la prensa *k* contra dicha tabla, las agujas que no deban moverse hallan colocación en los agujeros libres, y los ganchos correspondientes que han de levantarse, permanecen montados sobre los cuchillos, en tanto que las agujas llamadas á apartar de éstos los ganchos que no deban elevarse, resultan empujadas hacia atrás por las partes no perforadas del cartón. Mientras se eleva la garra, y con ella cierto número de ganchos, lazos é hilos de la urdimbre, el prisma se retira de la tabla *m*, y las agujas, que habían retrocedido, vuelven á adelantarse á impulso de sus muellecitos. Al mismo tiempo, y merced á la acción del perro *l l*, el prisma da un cuarto de vuelta, presentando á las agujas un nuevo cartón. En esto vuelve á bajar la garra, y deslizándose el rodillo *p*, sujeto á la misma, dentro de la prensa *k*, oprime nuevamente el prisma contra la tabla *m*, desalojando las agujas correspondientes á los ganchos que, con arreglo al dibujo de la tela, no deban elevarse.

Dos fuertes muelles espirales, *q*, dispuestos dentro del bastidor *h*, ejercen, mediante las cuñas *r*, sobre las varillas *o* la presión necesaria para que el prisma no se vuelva con demasiada facilidad. Además de la rotación normal, determinada automáticamente por el perro *l l* durante la oscilación del bastidor *h*, el prisma es susceptible de girar hacia atrás, cuando se quiere repetir el dibujo correspondiente á un cartón determinado, á cuyo efecto el tejedor hace tiro de la cuerda *s*, atada á la palanca superior del perro. En vez de un prisma de cuatro caras, empléase á veces uno de seis, ó sea de sección hexagonal.

Los cartones, que podemos llamar el alma del sistema de Jacquard, y cuyo número, para cada clase de tela, está determinado por el de las variaciones que ha de sufrir la posición de los hilos de la urdimbre respectiva, se unen paralelamente por medio de cordones, según indica la fig. 680, de ma-

nera á constituir como una cadena sin fin ó rosario. Ésta se suspende por medio de un ligero armazón provisto de rodillos en la parte superior del telar

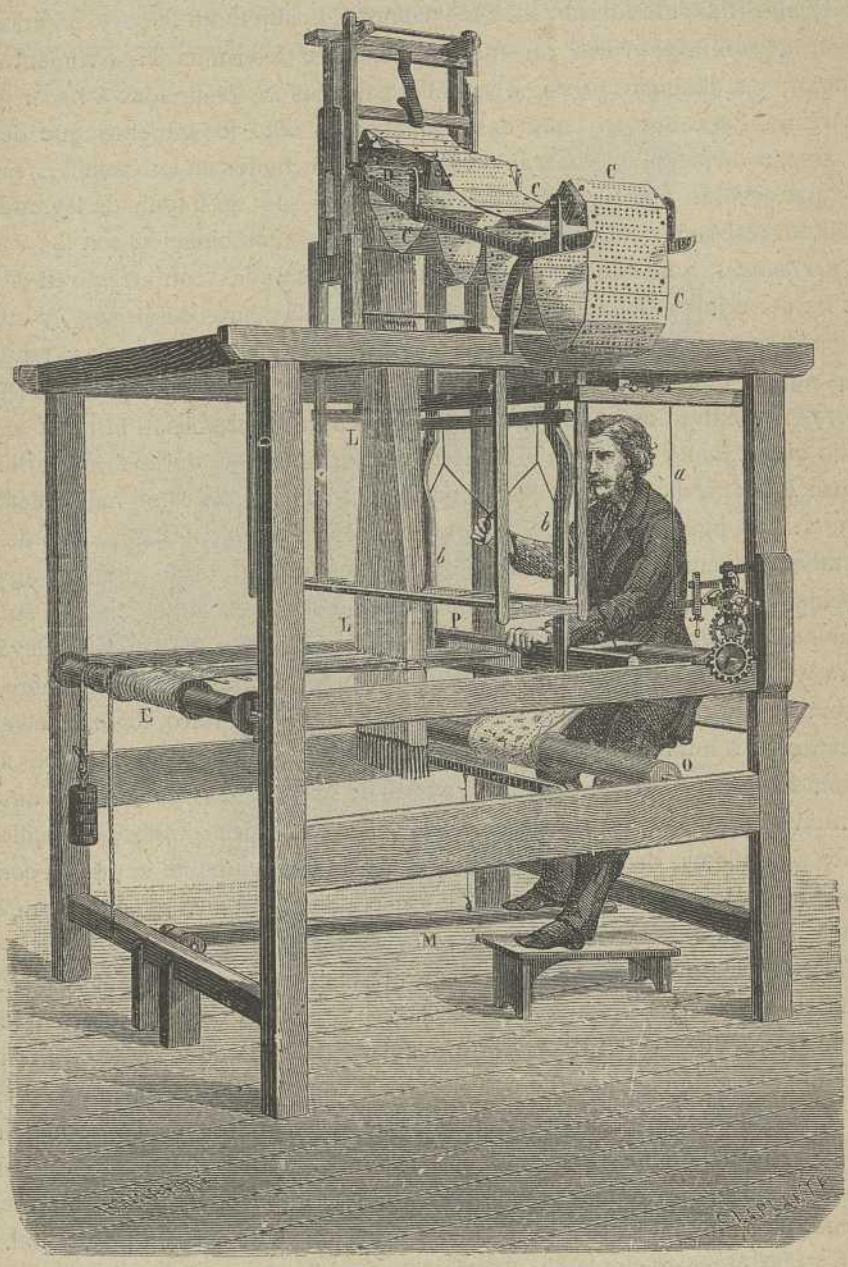


Fig. 678.—Telar común, provisto de la máquina de Jacquard.

(véase fig. 678), de modo que pase en torno de prisma; y para determinar el avance de los cartones á medida que gira el prisma, tiene éste en cada cara

dos clavijas (fig. 677, *v*), que engranan, digámoslo así, en dos agujeros grandes, practicados al efecto en los extremos de cada cartón (véase fig. 680).

Aparte de que la máquina de Jacquard se construye en su mayor parte de madera, ó bien totalmente de hierro, y de que sus dimensiones varían muchísimo, según el número de los ganchos, que puede ser de 200 á 1.200, se han introducido diversas modificaciones ó cambios en la construcción, que se refieren, ora á las agujas, ora á los ganchos ó á otras piezas del mecanismo, y á cuyos pormenores no podemos descender. Sólo añadiremos que en las máquinas que tienen hasta 600 ganchos, las agujas, y por consiguiente los agujeros de cada cara del prisma, se disponen siempre en series ó filas de á 50; de modo que, por ejemplo, una máquina de 200 ganchos tiene cuatro de dichas series, y una de 400, ocho. En las máquinas mayores, las agujas y agujeros se distribuyen en series de á 75, 100 y aún más.

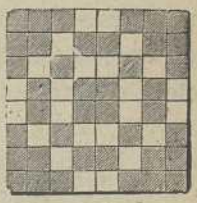


FIG. 679.
Patrón para los cartones perforados.

La fig. 678 muestra la combinación de la máquina de Jacquard con un telar común de mano: *C* señala el rosario de cartones perforados; *D* el prisma; *L* los lazos suspendidos á los ganchos; *M* el pedal por cuyo medio se elevan éstos; *E* el enjulio de atrás; *O* el de delante, y *P* el peine. En el extremo anterior del antepecho se ve el regulador que determina el arrollado, en cierto modo automático, de la tela á medida que se teje, puesto que su movimiento, y por consiguiente la rotación del antepecho cilíndrico y del enjulio *O*, están determinados por la oscilación del bastidor del peine, mediante la cuerda *a*. Por último, *b b* señalan las cuerdas por cuyo medio despide el tejedor la lanzadera.

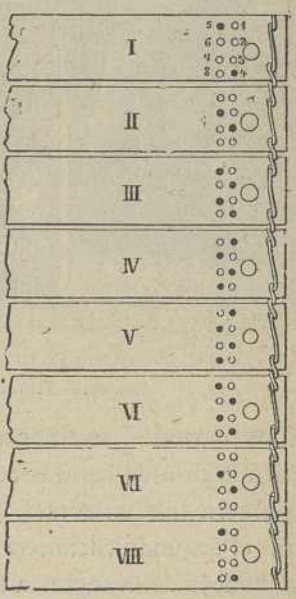


FIG. 680.—Cartones perforados de la máquina de Jacquard.

Las figuras 679 y 680 ofrecen un sencillo ejemplo de cómo se traslada un dibujo del patrón á los cartones; dibujo que debe repetirse veinticinco veces en el ancho de la tela. Como el patrón comprende ocho hilos de urdimbre y ocho de trama, se necesitan para tejer $8 \times 25 = 200$ ganchos y cartones. Suponiendo, pues, que los cuadritos blancos de la fig. 679 representan la urdimbre, y los cuadritos sombreados la trama, los ocho cartones de la fig. 680 corresponden á los hilos de trama señalados en el patrón con iguales números romanos; mientras que los agujeros de los cartones, representados por circulitos negros, corresponden (según indican los

números arábigos) á los cuadritos blancos del patrón, ó sea á los hilos de la urdimbre que han de elevarse.

En cuanto á la perforación de los cartones, es una operación delicada, combinada con la llamada "lectura„ de los dibujos ó patrones cuadriculados, que antes se verificaba á mano, pero que hoy se ejecuta por medio de máquinas especiales. La fig. 681 representa una de éstas: en su parte anterior se coloca el patrón de cuya lectura se trata; las cuerdas correspondientes á los hilos de urdimbre que han de elevarse con el primer cartón, se separan de las demás, pasando detrás de ellas una cuerda suelta; al hacer tiro de ésta, quedan en libertad los respectivos punzones del aparato perforador, situado en la parte posterior de la máquina, aparato que entra entonces en acción, taladrando el cartón previamente metido en él. Tratándose, por ejemplo, del patrón representado en la fig. 679, cuyo dibujo, como supusimos más arriba, debe repetirse veinticinco veces en el ancho de la tela, y por consiguiente en los cartones, se empezará por taladrar el primero de éstos, separando y haciendo tiro de las dos cuerdas correspondientes á los cuadritos blancos de la primera fila horizontal, y repitiendo la operación otras veinticuatro veces; para el segundo cartón se tirará de las cuerdas que corresponde á los cuadritos blancos de la segunda fila, ó sean los números 2, 4, 5 y 7, repitiendo también el mismo manejo otras veinticuatro veces; y así sucesivamente hasta dejar perforados los ocho cartones de la serie.



FIG. 681.—Perforación de los cartones.

Los cartones de la máquina de Jacquard deben componerse de una pasta muy fina y resistente, y constituyen, por lo mismo, un elemento bastante costoso. Además, y tratándose de dibujos complicados, su número y peso dan

lugar á complicaciones en la armadura destinada á sostenerlos. Estos inconvenientes motivaron los muchos ensayos que se han hecho con cartones de *papel*, material que se ha tenido que abandonar porque no resiste al contacto directo con las agujas de la máquina. Pero el empleo de cartones de papel de un modo *indirecto* es un pensamiento iniciado ya por el inglés Acklin y realizado prácticamente por el francés *Verdol*. El aparato construído al efecto por éste, se exhibió en la Exposición parisiense de 1878; pero sólo daba resultados satisfactorios en combinación con telares de mano, que funcionan generalmente á razón de menos de 60 golpes por minuto. Al ensayarse el nuevo invento en Inglaterra se halló, no sólo que era incompatible con el movimiento mucho más rápido (hasta 150 golpes por minuto) de los telares mecánicos, sino que, en tiempo húmedo, el papel se estiraba de tal modo, que los dibujos se deformaban por completo. En su vista, *Benson*, de Manchester, se ocupó de perfeccionar el aparato, constituyendo al efecto una Sociedad que, después de gastar más de 250.000 pesetas en ensayos, resolvió satisfactoriamente el problema. La descripción del nuevo aparato de Benson nos llevaría demasiado lejos; pero diremos que es como una máquina de Jacquard en miniatura, provista de diminutos cartones de papel que actúan sobre pequeñas agujas dispuestas, en parte horizontal, en parte verticalmente; se coloca en una máquina de Jacquard ordinaria, en el lugar del prisma común, y el movimiento de sus agujitas se transmite entonces á las agujas de esta última. La ventaja especial de este aparato consiste en la baratura con la que se obtienen dibujos extensos y complicados, unida al poco peso, comparado con el de los grandes rosarios de cartones ordinarios.

El telar eléctrico.—Con objeto de economizar el gasto, muy considerable en muchos casos, de los cartones de Jacquard, se han propuesto y ensayado diversos medios, entre los cuales merece referirse, por lo original, la aplicación de la electricidad; idea que realizó primero el director italiano de telégrafos *Bonelli*, en 1853, valiéndose de un dibujo modelo metálico y una serie de electro-imanes. En el aparato que construyó y que contenía ganchos y agujas como la máquina de Jacquard para elevar los hilos de la urdimbre, cada gancho tenía su imán propio, cuyo alambre conductor estaba en comunicación con el dibujo, y la excitación se producía cada vez que la punta del alambre entraba en contacto con los puntos metálicos del dibujo. El mecánico *Hipp* perfeccionó el aparato de Bonelli, á tal punto que en Turín, y el año 1857, se tejió con él un pedazo de tela cuyo dibujo tenía una extensión de cuatro metros y equivalía á nada menos de 40.000 cartones.

Posteriormente se inventaron otros aparatos eléctricos análogos por los franceses *Maumené* y *Bréguet;* también conservaban los ganchos y agujas de la máquina de Jacquard, pero, al contrario de lo que sucede en ésta, los muellecitos espirales determinaban el movimiento retrógrado, y no el avance

de las agujas. Cada una de éstas contenía un pequeño electro-imán que, al atraer la aguja, ponía en libertad al gancho correspondiente; los imanes estaban situados en una caja que se aproximaba automáticamente á las agujas cada vez que se elevaba la garra, y retrocedía al bajarse ésta.

Tanto en el aparato de Bonelli como en los franceses, la excitación de los imanes se producía por un cilindro en cuya superficie estaba representado el dibujo por pequeñas clavijas de latón. Después, y para evitar los gastos consiguientes á la preparación de semejantes cilindros, se sirvió Bonelli de una hoja de estaño, sobre la cual pintaba el dibujo con una sustancia resinosa, mal conductora de la electricidad; esta hoja se arrollaba en torno de un cilindro, y al girar pasaba por debajo de una serie de dientes metálicos, cada uno de los cuales comunicaba, mediante un alambre conductor, con uno de los electro-imanes; la corriente eléctrica circulaba en el cilindro y sólo se comunicaba á los dientes que se hallaban momentáneamente en contacto con las partes no pintadas de la hoja de estaño. Es el mismo principio en que se fundan ciertos aparatos telegráficos; por ejemplo, el de Caselli. De este modo todos los ganchos, y por consiguiente los hilos de la urdimbre, que se encontraban en comunicación con el dibujo modelo, resultaban atraídos y elevados, mientras que los demás permanecían quietos.

Venimos hablando en el tiempo pasado, porque, por exacto y eficaz que sea el principio en que se funda el telar eléctrico de Bonelli, la preparación de las hojas de estaño resulta más costosa que la perforación de los cartones; por lo tanto, el sistema no ofrece las ventajas que de él se esperaban, habiéndose desistido por completo de su empleo. En efecto; la pintura de los dibujos con el barniz es un trabajo tanto más entretenido, cuanto que debe verificarse con la exactitud más escrupulosa; y para obtener el mismo dibujo con destino á un número mayor ó menor de telares en los que ha de tejerse simultáneamente la misma clase de tela, es evidente que hay que repetir la operación otras tantas veces, reproduciendo con exactitud el mismo dibujo en otras hojas de estaño, mientras que para multiplicar los cartones ordinarios basta tener uno de muestra, con el cual se taladran fácilmente todos los demás de igual clase.

TEJIDOS ESPECIALES

Chales.—Con el nombre *chal*, derivado de la antigua voz india *schala*, se designan con más propiedad unas telas de abrigo, tejidas en el Asia Central con hilados sumamente finos, que antes de nuestro siglo se veían rara vez en Europa, pero que desde la campaña francesa de Egipto (1801) se importaron con frecuencia, y fueron objeto de imitación por los tejedores de diferentes

países. Hoy llamamos chales á diferentes telas que sirven principalmente de abrigo para las señoras, se parecen más ó menos á los verdaderos orientales, y se fabrican sobre todo en Francia, Inglaterra, Viena y Berlín.

El material que se emplea en el tejido de los chales orientales es un hilado finísimo, formado con el vello que se esconde bajo los pelos largos y relativamente bastos de la cabra de Cachemira; vello que se llama *paschm*. La naturaleza ha dotado á dicho animal de un buen abrigo, para protegerlo contra los grandes y repentinos cambios de temperatura que caracterizan el clima de aquellas elevadas regiones asiáticas. Pasado el invierno, la lana fina ó *paschm* se separa de la piel y se recoge fácilmente peinando á las cabras en la primavera; después se lava y clasifica con cuidado, y se hila con el torno de hilar llamado *charka*.

Son tan escasas las noticias fidedignas respecto del arte de tejer los chales indios en el telar del país, que juzgamos de interés hacer de él una breve descripción. El trabajo es sumamente lento y penoso, puesto que los dibujos tienen que formarse con multitud de pequeñas lanzaderas especiales; y el *schalbaf* ó tejedor de chales de Cachemira, cuyos preciosos productos son de lo más admirables que darse puede, es un infeliz que pasa su vida en una especie de esclavitud. Las hilanderas venden el *paschm* hilado al *tarfarosch*, que es un comerciante intermedio, que lo vende á su vez al fabricante, digámoslo así, ó sea al llamado *karkhandar*, el cual lo hace teñir. Después de esta operación, el *paschm*, que antes de hilarse se paga de 6,15 á 11,25 pesetas por *ser* (un kilogramo próximamente), llega á valer de 31 á 75 pesetas. El *karkhandar* entrega entonces los hilados teñidos á sus tejedores ó *schalbafos*, que trabajan en talleres donde se encuentran de tres á seis telares, sentándose generalmente delante de cada aparato tres operarios (compárese la fig. 663), pues no de otro modo, salvo el mecánico, podrían manejarse las numerosas agujas ó lanzaderas que se necesitan para el caso. Dícese que para determinadas labores de este género se emplean mil lanzaderas en un solo telar; pero aunque esto pueda ser una exageración, es un hecho que á primera vista parecen innumerables. El dibujo modelo se encuentra sobre una hoja de papel que se extiende debajo de la urdimbre, que se llama *zamin* y constituye el fondo uniforme del chal, formándose con el hilado dicho *alwan*, que significa "color„. Se trabaja siempre con urdimbre cruzada, y la operación consiste en un brochado, es decir, que las pequeñas lanzaderas en forma de aguja, en las cuales están arrollados hilos de trama de diversos colores, no cruzan la tela de una á otra orilla, sino sólo en los sitios donde se quiere producir los adornos, sirviendo de guía el dibujo referido.

Los pobres *schalbafos* ganan difícilmente su sustento; en invierno colocan braseros debajo de sus pies, cerrando las ventanas; y como tienen que encolar de vez en cuando la urdimbre con agua de arroz, se comprende que la atmós-

fera cargada y húmeda del taller llegue á ser casi irrespirable. Gran parte de su módico jornal lo destina á comprar el arroz que comen, alimento que vende el mismo *kankhandar* y resulta muy caro, en razón, no sólo de la avaricia de éste, sino también por ser un monopolio del Gobierno. Pero lo más singular relacionado con esta industria es el sistema bárbaro que se sigue para la cobranza del impuesto respectivo, y que afecta directamente á la parte técnica del arte de que tratamos. Cada mes se presenta un cobrador oficial en el taller con el objeto de apreciar el valor de los tejidos que se están haciendo, lo que verifica cortando la urdimbre de cada telar junto á la parte ya tejida, y llevándose ésta. Después de apreciadas y selladas por peritos oficiales las porciones de tela así cortadas, vuelve el cobrador al taller y sólo las entrega al *kankhandar* si éste le paga el impuesto tasado. Entonces, y para poder continuar el tejido tan violentamente interrumpido, es preciso volver á unir cada pieza á la urdimbre respectiva, operación delicada de que se encarga el llamado *rafugar*, y que ejecuta con una destreza verdaderamente maravillosa, de modo que con dificultad puede distinguirse la unión. Por este trabajo ímprobo sólo recibe el *rafugar* una *rupia* (2,40 pesetas) por pieza. De este modo los chales más hermosos se componen generalmente de 15 á 20 piezas, lo cual, sin embargo, en nada afecta á su precio ó valor. Lo único que puede decirse en favor de procedimiento tan bárbaro, es que da lugar al empleo simultáneo de varios telares para tejer un chal, ó un par de chales (pues los mejores se venden siempre por pares), de modo que el trabajo se acaba en algunos meses, mientras que con un solo telar duraría de seis á siete años.

Se exceptúan de la venta por pares, dos clases de chales llamadas *dschamawar* y *duschala*. Los primeros son chales listados sencillamente, ó con pequeños dibujos diseminados, en cuyo tejido no se ve el fondo, ó *zamin;* se emplean principalmente en el país, cortándose para la confección de varias prendas de vestir. Las *duschalas*, ó chales dobles, son los más gruesos y ordinarios, empleándose más en especial en Persia por las mujeres de las clases acomodadas como abrigos de invierno, y viéndose rara vez en Europa. Los chales de cachemira de calidad superior, tan justamente celebrados, alcanzan en los mercados europeos precios que varían entre 3.000 y 7.500 pesetas. Los magnates indios y persas encargan los chales que necesitan á los mismos puntos donde se producen, y sus encargados vigilan constantemente la fábricación de ellos.

La hermosura incomparable de los mejores chales de Cachemira, y su precio elevadísimo, llamaron primero la atención de los industriales de París, y *Bellanger* logró obtener informes exactos acerca del arte de tejerlos, llegando á imitarlos con bastante perfección. Pero el que con el mayor afán se dedicó á esta rama de la tejeduría, y alcanzó en ella mayor éxito, fué el célebre fabricante barón *Ternaux*, que, venciendo al principio no pocas dificultades,

importó lana de Cachemira y produjo algunos chales preciosos, que regaló á la emperatriz Josefina. Ternaux fué el fundador de la importante fabricación francesa de chales, que fomentó notablemente trayendo de Asia y aclimatando en sus propias posesiones de Francia, 400 cabras escogidas, de origen tibetano. La finura de la lana presta una ligereza extraordinaria á los legítimos chales orientales; y como éstos se distinguen, además, por sus preciosos y originales dibujos y la armonía de sus colores, no podía hacerse cosa mejor que tomarlos como modelos.

El tejido fundamental de los chales imitados es una sarga de á cuatro (producida con cuatro perchadas), y en unión con las tramas del dibujo, se compone, ora de un material único, ora de una combinación de varios materiales. Los conocidos chales de Ternaux consisten enteramente en lana de Cachemira; los llamados indios, hechos en Lyon, se componen, ora de lana pura, ó tienen un fondo de seda; mientras que los de fabricación inglesa y alemana tienen un fondo compuesto de seda y algodón, y las tramas del dibujo de lana más ó menos fina. La diferencia principal que existe entre los chales de Cachemira legítimos y sus imitaciones europeas, consiste en que en éstas los hilos de la trama se extienden todos desde una orilla á otra del tejido, quedando en trechos sin sujeción, ó flotando en el revés, razón por la cual es necesario cortarlos; de este modo los chales imitados sólo tienen un derecho, al contrario de los legítimos, que en rigor pueden volverse por ambos lados.

Tejidos dobles ó huecos.—Así como con una sola urdimbre se puede tejer una tela con dos lados derechos, es decir, que presente el mismo aspecto por uno como por otro, también, y mediante la disposición adecuada del arnés, pueden unirse con la trama dos urdimbres distintas, situadas á corta distancia una por encima de otra, de modo á producir tejidos á manera de saco ó funda, ó bien en los cuales ambas urdimbres se unen en los contornos de los dibujos que reciben por medio de la trama. Semejantes tejidos se llaman *dobles ó huecos:* en algunos, como, por ejemplo, las torcidas tejidas para las lámparas y ciertas mangas de riego ó para bombas de incendio, las dos urdimbres son de igual naturaleza; en otros son ambas de distintos colores, cual sucede en las célebres alfombras inglesas de Kidderminster, así como en determinadas telas de abrigo ó chales y tapetes de mesa. En estos últimos géneros los dos tejidos están ligados ó unidos entre sí en los límites ó contornos de las figuras que constituyen el dibujo, las cuales aparecen enteramente de la misma forma en ambos lados de la tela, pero de distinto color; es decir, que el color que constituye el dibujo en una cara, forma el fondo en la otra. Los hilos de trama alternan con sus colores iguales á los de ambas urdimbres, y pasan de un tejido á otro en los contornos de las figuras, de tal suerte que, cuando en la cara superior forman un dibujo rojo, por ejemplo, en la inferior constituyen un fondo del mismo color. Un artículo bastante conocido de este género lo

constituyen cierta clase de chales, fabricados en Berlín con urdimbres y tramas de tres ó cuatro colores, elegidos generalmente de manera que una cara del chal ostenta un fondo claro, mientras que la otra lo presenta oscuro. Semejante prenda puede llevarse indistintamente con una ú otra cara á la vista, y su dueño puede hacerse la ilusión de que posee dos abrigos distintos, variando de cara á su antojo.

Otro tejido doble, muy conocido y apreciado, es el llamado *piqué*, que se hace de algodón y se emplea para cobertores de cama y vestidos ligeros de verano. Las dos urdimbres de que se compone se disponen en el telar sobre plegadores distintos, y constituyen dos tejidos separados, salvo en los puntos en que se unen entre sí determinados hilos de los mismos el tejido superior se llama "fondo„, y el inferior "forro„. Para el fondo, tanto en la urdimbre como en la trama, se emplean hilados más finos y en cantidad doble que para el forro. Los pequeños campos determinados por las líneas de unión de ambos tejidos constituyen el dibujo y aparecen en relieve, cual si fueran colchados ó pespunteados.

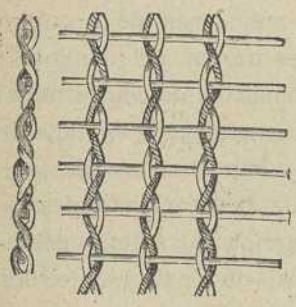


FIG. 682.—Gasa.

Gasa.—La fabricación de las gasas, de cuyo tejido da idea la fig. 682, estriba en un cruzamiento especial de los hilos de la urdimbre: uno de ellos, *a*, tiene que cruzar por encima ó por debajo de su inmediato *b*, manteniéndose el lazo formado por medio de la trama. De los dos hilos de urdimbre que se cruzan, el de la derecha, ó sea el sombreado en nuestro grabado, se llama "hilo de vuelta„ y cae siempre en la división inferior de la urdimbre; el de la izquierda es el llamado "hilo derecho„, y corresponde siempre á la división superior.

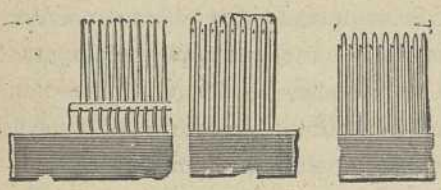


FIG. 683.—Agujas de cruzamiento.

Este cruzamiento especial de la urdimbre puede formarse en el telar de diferentes maneras: cabe emplear al efecto una varilla provista de agujas, que terminan en ganchitos ú ojos de diversas formas, como las reproducidas en la fig. 683, y por medio de las cuales se cogen los hilos de vuelta, atrayéndolos sobre los hilos derechos; ó bien se emplean lizos especiales, dispuestos en perchadas distintas, uno detrás de otro, como indica la fig. 684: cada hilo de vuelta, *a*, pasa por un lazo del lizo *D*, entrelazado con el lizo *C*, y por el ojo de un lizo ordinario, *A*, situado inmediatamente detrás; mientras que el hilo derecho correspondiente *b*, pasa por el ojo del lizo, *B*, situado detrás de *A*.

Con este grabado á la vista, es fácil comprender cómo se cruzan los hilos de la urdimbre y se forma la gasa: al pisar uno de los pedales del telar (el llamado "pesado„ ó "duro„), el extremo superior del lazo inferior del lizo *C* baja hasta el extremo inferior del lazo *e* (de *D);* y cuando el hilo de vuelta *a*, que pasa por este último, se halla al nivel del hilo derecho *b*, se encuentra ya en el lado izquierdo del mismo. Al seguir bajando el lizo *C*, baja también más el *D*, hasta que el extremo superior de su lazo, *e*, entra en contacto con el hilo *a*, y tira de él hacia abajo, en el lado izquierdo de *a*. Por el espacio que se produce entonces entre ambos hilos, se hace pasar la trama, sujetándolos en la posición deseada, y después de pisar el segundo pedal (llamado "ligero„), se despide la lanzadera en la dirección opuesta, para empezar de nuevo.

Por el cruzamiento referido, tanto los hilos de vuelta de la urdimbre como los lizos, se hallan fuertemente atirantados. Para que los primeros puedan dar más de sí, suelen emplearse dos plegadores distintos, uno para los hilos de vuelta y otro para los derechos; pero aun con un solo plegador hay un medio muy sencillo y eficaz para evitar el inconveniente de que hablamos, y consiste en proveer el plegador con una polea y correa, mediante la cual, al pisarse el pedal duro, aquél se vuelve un poco, aflojando la urdimbre en la medida necesaria.

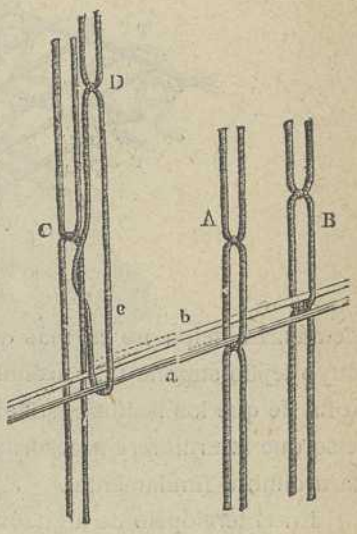


FIG. 684.
Disposición especial de lizo para gasa.

Terciopelo.—Este género se tejía ya en tiempos del antiguo Imperio romano, y durante los siglos XII á XIV floreció su fabricación en Italia, si bien los terciopelos más hermosos procedían entonces de Constantinopla. El tejido fundamental es una especie de tafetán ó sarga, cuyo derecho está cubierto por un vello ó pelo corto, formado con la trama ó con una urdimbre accesoria. En el terciopelo de algodón el pelo resulta de la trama, mientras que lo constituye una urdimbre especial en el terciopelo propiamente dicho, tejido con seda y lana, así como en la felpa; nombre, sea dicho de paso, que deriva de la antigua voz alemana *falbar*, con que se designaba el sauce blanco, cuyas hojas están aterciopeladas por el revés.

La formación del vello especial que caracteriza el terciopelo, se verifica al tejer, elevando los hilos de la urdimbre accesoria, pasando por debajo de ellos una aguja larga, y despidiendo la lanzadera después de bajar dicha urdimbre; de este modo sobresalen de la superficie del tejido series de pequeños lazos, que quedan sujetos aun después de retirada la aguja. La fig. 685 ilustra lo dicho,

señalando *C* la urdimbre fundamental, *T* la trama y *B* los lazos sobresalientes de la urdimbre accesoria. En algunos terciopelos quedan enteros estos lacitos, mientras que en otros se cortan: la fig. 686 representa una sección transversal, distinguiéndose el tejido fundamental, *a*, los lacitos enteros, *P*, y los mismos después de cortar en *P'*, siendo *b* la aguja que sirve para formarlos. Hay también terciopelos en que los lacitos se cortan en parte, dejando enteros los

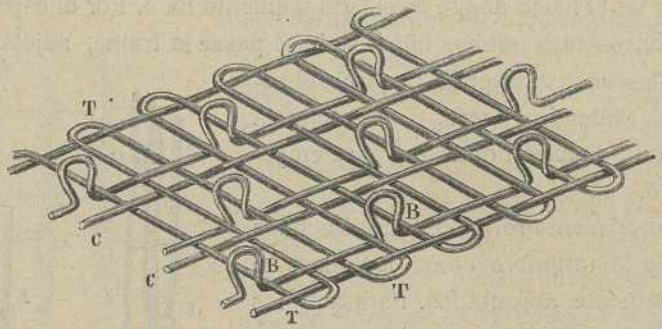


FIG. 685.—Terciopelo.

demás. La felpa no es más que un terciopelo de vello relativamente largo, cuyo tejido supone una urdimbre accesoria más larga, y agujas más gruesas, á fin de que los lacitos resulten mayores. Para el terciopelo ordinario es preciso que la urdimbre accesoria sea seis veces más larga, próximamente, que la urdimbre fundamental.

En el terciopelo de algodón está formado el vello por una trama accesoria, resultando series paralelas de lacitos que se cortan en el sentido longitudinal de la tela. Para ello se extiende el terciopelo sobre una mesa provista de dos plegadoras que lo mantienen atirantado (fig. 687), y las series de lacitos se van cortando por medio de un cuchillo muy largo y delgado, con el filo vuelto hacia arriba.

Tapices y alfombras.—El arte de tejer estas telas especiales que sirven para revestir las paredes y el piso de las habitaciones, y también para cubrir ciertos muebles, tuvo, al parecer, su origen en el Oriente, donde constituía una especie de bordado con la aguja. Entre los antiguos griegos y romanos eran célebres los tapices de Babilonia, cuyos dibujos consistían en figuras fantásticas de animales y escenas varias; y tanto en Asiria, Babilonia y Persia como en la antigua Roma, se empleaban semejantes tapices en forma de biombos para dividir las inmensas salas de los palacios, y también como cortinas para tapar las puertas y para cubrir divanes y camas. Después los adoptaron las iglesias cristianas de Bizancio y del Occidente



FIG. 686.—Sección transversal del terciopelo.

dia, y desde el siglo VIII, para adornar los altares y revestir las paredes de los templos, introduciéndose luego en los palacios de los reyes y magnates francos. Durante la Edad Media, y desde el siglo VIII, se dedicaban con afán al arte de tejer y bordar tapices las más encopetadas damas inglesas, y todavía se conserva en Bayeux (Francia) una obra del género, correspondiente al siglo XI, que se atribuye á la reina Matilde (esposa de Guillermo el Conquistador) y sus damas: es un bordado ejecutado sobre lienzo, que mide 70,3 metros de largo por 0,50 de ancho, y representa en 55 cuadros (de los que

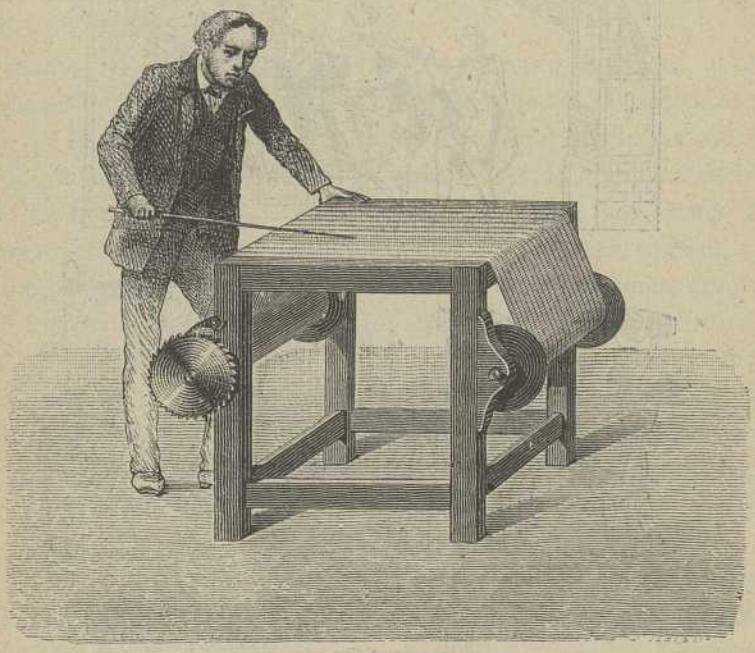


Fig. 687.—Corte del terciopelo de algodón.

reproducimos uno en la fig. 688) los principales acontecimientos de la conquista de Inglaterra por los normandos.

Nuevo impulso recibió en Europa el tejido de tapices, en vista de las telas del género introducidas desde el Oriente, desarrollándose en Venecia un estilo oriental; pero al mismo tiempo, y para responder á las exigencias de nuestra iglesia y las tradiciones históricas de los pueblos europeos, empezaron á producirse tapices de lana con escenas bíblicas, guerreras, de caza, etc., que gozaron de mucha aceptación, y de los que se conservan aún algunos, correspondientes á los siglos XIV y XV. Flandes fué el gran centro de esta industria, especialmente la ciudad de Arras, de donde salieron los célebres tapices llamados *arrazzi*, muchos de los cuales se ejecutaron con arreglo á dibujos de los pintores más renombrados, como Rafael y Rubens, por ejemplo. Las cortes de Borgoña, de los Papas y de España encargaron multitud de obras semejantes

á los fabricantes flamencos, y en el Escorial y el Palacio regio de Madrid se conservan verdaderos tesoros de *arrazzi*, entre los cuales mencionaremos la serie que mandó ejecutar Carlos V, relativa á su campaña tunecina, con arreglo á cuadros de Vermeyen. Muchos de estos tapices flamencos están

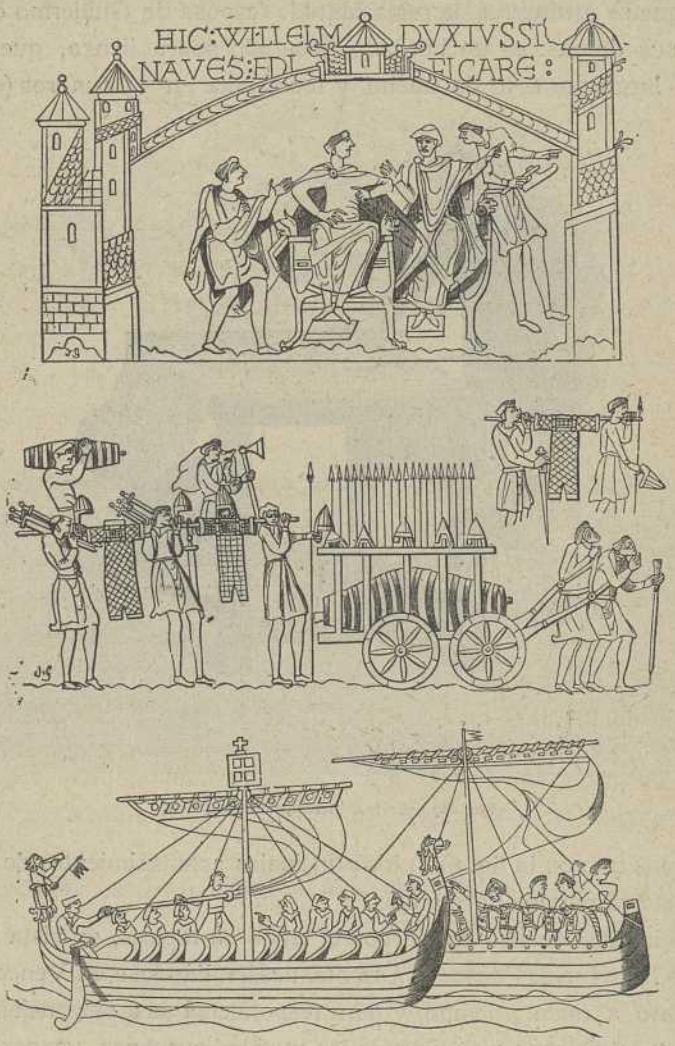


FIG. 683.—Un cuadro del célebre tapiz de Bayeux.

tejidos en parte con hilos de oro y plata, que les prestan un precioso aspecto.

En el siglo XVII eran célebres los tapices de Bruselas, y en tiempos de Luis XIV descolló sobremanera por la hermosura de sus productos la fábrica creada en el siglo XVI, cerca de París, por la familia *Gobelin*, y que compró dicho monarca, convirtiéndola en un establecimiento real. Por este tiempo pintaba los "cartones„ (así se llaman los diseños que sirven de modelo á los teje-

dores de tapices) el célebre artista Lebrun, y los *gobelins*, como se llamaban y siguen llamando los tapices de dicho establecimiento (hoy manufactura nacional) fueron dignos sucesores de los célebres *arrazzi*, destinándose al adorno de los palacios regios. Posteriormente otras cortes europeas, en especial las de San Petersburgo, Munich y Madrid, siguieron el ejemplo de Luis XIV, estableciendo reales fábricas de tapices, cuyos costosos productos también sirvieron para decorar las estancias principales, hasta que, en el siglo pasado, se puso de moda el tapizado con cueros estampados y ligeras telas de seda, á las que vinieron á reemplazar después, en la mayoría de los casos, los papeles pintados.

En cambio, y á medida que los tapices fueron relegándose al olvido y decayendo su fabricación, se desarrolló rápidamente, en el siglo presente, la tejeduría de las alfombras, sobre todo en Inglaterra, donde las condiciones climatológicas hacen sentir, más que en otros países, la necesidad de cubrir el suelo de las habitaciones. Lo mismo que en los tapices, predominó durante largo tiempo el naturalismo en el adorno de las alfombras, es decir, que sus dibujos representaban, con brillantes colores, macizos de flores, árboles, animales, y á veces paisajes completos; los franceses, en cambio, introdujeron motivos decorativos más ó menos arquitectónicos, produciendo alfombras que imitan los techos de sus habitaciones, con medallones, rosetas, etc.; pero en los últimos tiempos se han puesto de moda los dibujos tan caprichosos cuanto bonitos de las alfombras orientales, ó sean las de Esmirna, persas, indias y tunecinas, que se imitan hoy con bastante perfección en las grandes fábricas inglesas, austriacas, holandesas y sajonas.

El tejido de los tapices se practica de dos maneras: con urdimbre baja ú horizontal, ó con urdimbre alta ó vertical; este último procedimiento sólo se sigue hoy en París y San Petersburgo. Según el modo flamenco, ó con urdimbre baja, se emplea un telar muy sencillo, pero ancho, en el que trabajan varias personas á la vez. La armadura es la del lienzo, y la operación de tejer es comparable á un bordado ó brochado, puesto que la trama se pasa á mano, y sólo por pequeñas porciones de la urdimbre á un tiempo, mediante diminutas lanzaderas. El derecho del tejido se forma en el lado inferior de la urdimbre, es decir, que el tejedor trabaja por el revés, extendiéndose el cartón ó modelo pintado por debajo de la urdimbre á una distancia de dos á tres centímetros. Cada tejedor eleva y deprime los hilos que corresponden á la parte del tejido en que trabaja, por medio de perchadas y pedales especiales; y los diversos colores se tejen separadamente, de modo que en muchos casos es preciso unir después las figuras de diferentes colores, cosiéndolas en sus límites ó contornos. El asiento de la trama se verifica siempre mediante un peine movido á mano.

En el tejido con urdimbre alta ó vertical no se emplean perchadas, sino

que, mientras unos hilos permanecen atirantados, los demás pasan por series de lizos, mediante los cuales y las cuerdas correspondientes, y con arreglo al cartón, que se suspende á unos 50 centímetros detrás de la urdimbre, el tejedor los hace pasar entre los primeros hacia el lado opuesto, según las exigencias del trabajo. Por lo demás, éste no difiere del trabajo ya descrito, practicándose también por el revés; pero la urdimbre alta ofrece la ventaja de que el tejedor, con sólo pasar al otro lado del telar, puede juzgar del efecto artístico de su labor á medida que la va ejecutando. Tratándose, como generalmente sucede en la fabricación de tapices, de reproducir verdaderos cuadros, es necesario que el tejedor tenga siempre á mano una rica colección de estambres de los colores y matices más diversos; por esto el establecimiento de Gobelin tiene una tintorería propia, en la que se han ocupado químicos tan distinguidos como Chevreuil, Chaptal y Thenard.

Respecto de las alfombras, algunas se fabrican de una sola pieza, de dimensiones relativamente reducidas, formando como un cuadro con una cenefa alrededor; mientras que las destinadas á cubrir habitaciones enteras se forman con piezas de largo ilimitado y de un ancho uniforme de unos 80 centímetros, que se cortan según las exigencias de cada caso y se unen entre sí cosiéndolas por sus bordes. Con arreglo á la clase de tejido, se distinguen alfombras sencillas, dobles y aterciopeladas ó "moquetas„; empleándose en su fabricación diferentes materiales, como luego diremos. A la clase de *alfombras sencillas* pertenecen las lisas ó tejidas á manera de sarga; algunas se hacen enteramente con pelo de vaca, ó con trama de éste y urdimbre de estopa, cuyos materiales se emplean teñidos de diversos colores para obtener dibujos más ó menos variados; otras, como sucede generalmente en Inglaterra, se tejen con estambre fino y presentan el aspecto del reps, merced á la alternación de un hilo de trama muy grueso con otro delgado; en su urdimbre alterna un hilo negro con dos de distintos colores, produciéndose de este modo dibujos listados, que en el derecho aparecen de color sobre fondo negro, y en el revés negros sobre fondo de color. Como tipo de las *alfombras dobles* citaremos los célebres productos de Kidderminster (Inglaterra), que se fabrican desde el año 1735 con urdimbre doble de estambre retorcido, y trama también doble de la misma ó de lana cardada; las alfombras escocesas constituyen una variante de este género, empleándose en su tejido urdimbres y tramas triples, que permiten una diversidad aún mayor en la combinación de los dibujos. En las *moquetas* ó alfombras aterciopeladas tenemos, como en el tejido del terciopelo, una urdimbre fundamental y otra accesoria; la primera consiste generalmente en fuertes hilos de lino ó cáñamo, mientras que la segunda, con la que se forma el "pelo„ es de estambre retorcido; si los lacitos de éste no se cortan, se obtiene la llamada moqueta de Bruselas, mientras que cortando los lacitos resultan las alfombras aterciopeladas ó afelpadas propiamente dichas. Si se

quiere producir un dibujo variado, es decir, que no se desarrolla en forma de listas sencillas, es preciso emplear tantas urdimbres accesorias como colores se necesitan; ó bien, lo que resulta mucho más económico y sencillo, se estampan previamente los hilos de la urdimbre accesoria con los colores necesarios. Merced á este último procedimiento, se obtienen los dibujos más variados y hermosos; y para dar una idea de la aceptación de que gozan semejantes alfombras afelpadas con urdimbre estampada, baste decir que en una de las primeras fábricas inglesas, la de *Crossley*, en Halifax, se producen de ella anualmente de 80.000 á 90.000, de 40 varas cada una. La mayor parte de las alfombras producidas hoy en Europa se tejen con telares mecánicos, ora por medio de perchadas, ora con ayuda del mecanismo de Jacquard.

A la clase de aterciopeladas ó afelpadas corresponden las hermosas alfombras de Turquía (Esmirna), Persia, Túnez y Marruecos, aunque no se tejen de la misma manera que nuestras moquetas. La urdimbre, compuesta de estambre retorcido ó de fuertes hilos de lino, se dispone verticalmente; los hilos de lana de diversos colores, con los que se produce el pelo y al mismo tiempo el dibujo, se pasan á mano desde una orilla á otra de la urdimbre, entrelazando los hilos de ésta con arreglo al modelo correspondiente; y después de cada paso se afirma el tejido por medio de un hilo de trama que pasa sobre los hilos pares y debajo de los impares de la urdimbre, lo mismo que en la armadura de lienzo. Se trabaja, pues, con una sola urdimbre y dos tramas, la una fundamental y continua (la última referida), y la accesoria del pelo y dibujo, cuyos hilos son aislados y separados cada vez por un paso de aquélla. No hay para qué decir que ambas tramas se asientan bien por medio de un peine; y, por último, los lacitos formados por la accesoria, y que constituyen el pelo, se cortan con un cuchillo especial muy afilado. Las mejores alfombras orientales proceden todavía de Persia, si bien tanto en la parte artística de su labor como en la técnica, y al comparar los productos actuales con los antiguos, se viene notando la misma decadencia que se advierte en la porcelana china moderna, comparada con la antigua. Sin embargo, parece que el Shah ha tomado disposiciones enérgicas para el fomento de esta hermosa industria, prohibiendo, con razón, el empleo de los colores de anilina para los tintes, porque producen dibujos demasiado vivos ó chillones, incompatibles con el buen gusto y sentido artísticos. Las alfombras persas más celebradas por su hermosura y duración son las procedentes de Farahan, en la provincia de Arak; las de Chorassan son de colores más ricos y dibujos más caprichosos, pero no duran tanto.

Cintas.—Se diferencian principalmente de los tejidos antes referidos, por su poco ancho (2 milímetros á 20 centímetros), pues tanto las operaciones preparatorias de su fabricación como los aparatos y procedimientos empleados en tejerlas, son en esencia iguales á los considerados en las páginas precedentes. Según los materiales que se emplean, se distinguen cintas de lana,

algodón, lino y seda, en cuyo tejido hallan aplicación diversas armaduras de tafetán asargadas, de satén, gasa, terciopelo, etc.

El tejido se verifica en el telar de cintería con lanzaderas de mano, ó bien (y más generalmente) en un telar de construcción especial, con lanzaderas volantes, y que se mueve, ora á mano, ora por medio de un motor mecánico. En una máquina de este género se pueden tejer simultáneamente de 8 á 50 ó más cintas, según su ancho, diferenciándose el aparato de los telares ordinarios en que las urdimbres correspondientes á las diferentes cintas están arrolladas por separado sobre una serie de bobinas ó carretes, que ocupa el lugar del plegador de atrás, mientras que para cada cinta funciona una pequeña lanzadera; todas las lanzaderas se despiden simultáneamente por medio de un mecanismo á propósito, y para sentar la trama hay un peine común para todas las cintas. Merced á la rapidez con que trabaja semejante telar, un solo operario puede producir con él hasta 450 metros de cinta al día, variando la cantidad según la clase de tejido. Como se comprende, se puede tejer á un tiempo con urdimbres y tramas de distintos colores, produciendo una misma máquina cintas azules, verdes, encarnadas, etc., con dibujos variados; pero la forma de estos dibujos es naturalmente la misma para todas las cintas que se tejen juntas, pues el mecanismo de Jacquard funciona á la vez para la serie entera.

Un género especial, que merece referirse en este sitio, es la llamada *chenille*, por su parecido con ciertas orugas cubiertas de pelos. Con una urdimbre compuesta de hilos de seda y lino dispuestos por pares alternos, es decir, dos de seda, dos de lino, dos de seda, y así sucesivamente, y una trama de seda, se teje una tela de cierto ancho á manera de tafetán; luego se corta esta tela longitudinalmente en tiritas de tres á seis milímetros de ancho, pasando la tijera entre dos hilos consecutivos de lino, de modo que cada tirita lleva en sus orillas un hilo de lino de la urdimbre; estos dos hilos se sacan, quedando las orillas con una pequeña franja formada por los hilos cortados de la trama, y en este estado las tiritas se suspenden por un extremo, y se tuercen mediante una pesa sujeta en su extremo libre, hasta que toman el aspecto de una larga oruga erizada de pelos. Esta *chenille* (la voz francesa se ha adoptado en todas partes) se emplea para adornar prendas de vestir, ó bien se utiliza como trama en el tejido de una clase especial de abrigos ligeros para señoras.

La fabricación de cintas comprende también diversos artículos de pasamanería, como franjas, galones, trenzas, cordones, borlas, etc., para los cuales se emplean, además de las materias textiles ordinarias, la crin, la paja y el vidrio hilado.

EL TELAR MECÁNICO

El telar común de mano, en sus diversas formas ó modificaciones, sólo consiente un trabajo relativamente lento; y como la producción de muchos tejidos es en el fondo tan sencilla que no reclama de un modo necesario una habilidad ó capacidad extraordinarias, no existía en siglos anteriores otro motivo para que en tantos casos se siguiera tejiendo á mano, sino el del atraso de la ciencia mecánica. Sin embargo, en algunos centros de la industria textil, y más especialmente en el ramo de la cintería, se planteó bien pronto el problema del tejido mecánico, y desde fines del siglo XVI empleáronse en la fabricación de cintas telares que podemos llamar semimecánicos, es decir, cuyos movimientos se verificaban todos á impulso de una sola palanca ó un volante con manubrio. El año 1678 un tal De Game proyectó en Londres un telar mecánico para tejidos ordinarios, que no llegó á realizarse, y la máquina de tejer inventada por el ya referido Vaucanson no dió resultados prácticos. Cuarenta años más tarde, es decir, en 1786, el pastor protestante inglés *Cartwright*, después de varios ensayos infructuosos, resolvió satisfactoriamente el problema de tejer á máquina, ó sea sin la intervención directa del hombre, y fué premiado por su Gobierno cual correspondía; pero aunque en 1789 montó en Doncaster una fábrica de tejidos, en la que se movían veinte de sus telares por una máquina de vapor, su invento cundió poco. En 1803 salió á la palestra *Horrocks* con un nuevo telar mecánico, en cuyo perfeccionamiento estuvo trabajando hasta 1813, año en que logró introducirlo en varias fábricas inglesas de tejidos de algodón; pero sólo desde 1822, y merced más especialmente á los esfuerzos de Roberto, fuese generalizando en Inglaterra el tejido á máquina, que predomina hoy en todos los países más adelantados, tanto para la fabricación de paños de todas clases y telas ordinarias de algodón y lino, como para las de telas de seda, las finas de algodón, los damascos para muebles y las alfombras. En España, donde aún no se sabe apreciar la verdad del hecho de que "el tiempo es oro," sólo la tercera parte, próximamente, de los 43.378 telares que existen en la actualidad, se mueve por medio del vapor, el agua ó las caballerías; es decir, que contamos con unos 15.000 telares mecánicos, mientras que en Inglaterra pasa de 40.000 el número de ellos, correspondiente tan sólo al tejido de los lienzos.

No necesitamos advertir que desde los inventos de Cartwright y Horroks la construcción de los telares mecánicos se ha perfeccionado considerablemente, y que varía hoy bastante, respondiendo á las exigencias de las diversas ramas de la tejeduría; pero cualesquiera que sean las modificaciones, siempre se encuentran en el telar mecánico las mismas partes activas que en el telar

común, ó sean los dos enjulios ó plegadores, el arnés, el peine, la lanzadera, etc. La diferencia esencial que existe entre los dos aparatos, consiste en que, en el telar mecánico, dichos elementos activos están combinados con los diversos mecanismos necesarios para comunicarles el movimiento del motor (ora sea éste una máquina de vapor, ora una rueda hidráulica), en la forma y medida correspondientes á su acción especial. De aquí la complicación de semejantes máquinas, comparadas con los telares de mano; pues mientras los enjulios reclaman un movimiento rotatorio lento, las perchadas tienen que subir y bajar verticalmente con cierta rapidez; el peine debe ejecutar un movimiento oscilatorio no menos vivo, pero en una dirección por completo distinta, y, por último, la lanzadera tiene que funcionar con febril actividad, yendo y viniendo continuamente en sentido transversal. Además, como sucede también en el telar común, aumenta la complicación con el número de perchadas y lanzaderas, si bien tratándose de telas con dibujos, es claro que el mecanismo de Jacquard se adapta con iguales ventajas al telar mecánico.

La fig. 689 ofrece una vista general, bastante clara, de una de estas máquinas, que se hacen enteramente de hierro, salvo las piezas necesarias de bronce. Sirve de base y sostén para todos los elementos del mecanismo, un sólido armazón *A*, cuyas dos caras laterales están unidas por el puente *B*, destinado á sostener las perchadas, ó en su caso la máquina de Jacquard; *C* señala el árbol acodillado que, mediante una polea fija en un extremo, y la correspondiente correa, recibe el movimiento del motor, y lo transmite, de una parte, al bastidor del peine *E*, por medio de dos bielas *D* (sólo se ve una en el grabado), y de otra el árbol *G*, situado por debajo, mediante las dos ruedas de engrane *F* y *F'*. En la parte media del árbol *G* se encuentran discos excéntricos que, en combinación con unas palancas que representan los pedales del telar común, determinan el movimiento de las perchadas suspendidas al árbol *H*. Otras dos excéntricas *I*, fijas al mismo árbol *G*, junto á los lados internos del armazón, determinan, mediante piezas intermedias, la oscilación de dos mecanismos externos *K L*, los cuales, con la ayuda de correas, hacen funcionar las palancas *M*, cuyos extremos superiores despiden la lanzadera, ora desde un lado del telar, ora desde el otro. *N* señala el enjulio de atrás, en el cual queda arrollada la urdimbre, pasando ésta, al desarrollarse, sobre el cilindro *S*, y extendiéndose, como es consiguiente, hacia el enjulio de delante, que apenas se distingue en nuestro grabado. Para regularizar el desarrollo de la urdimbre y la tirantez de sus hilos, el plegador *N* está provisto de dos frenos de palanca y contrapeso *O P Q*, mientras que el arrollado de la tela tejida, y por consiguiente el avance gradual de la urdimbre, lo determina el movimiento oscilatorio del bastidor del peine, que se transmite al plegador de delante mediante un mecanismo de engranaje *R*.

En todo telar mecánico existen medios de seguridad, con el objeto de

que la marcha se suspenda automática é instantáneamente al presentarse algún entorpecimiento. Uno de estos mecanismos se relaciona con la lanzadera, de modo que cuando ésta se desvía un poco y no queda alojada al fin de su carrera en la cajita respectiva, la correa motriz del telar se traslada

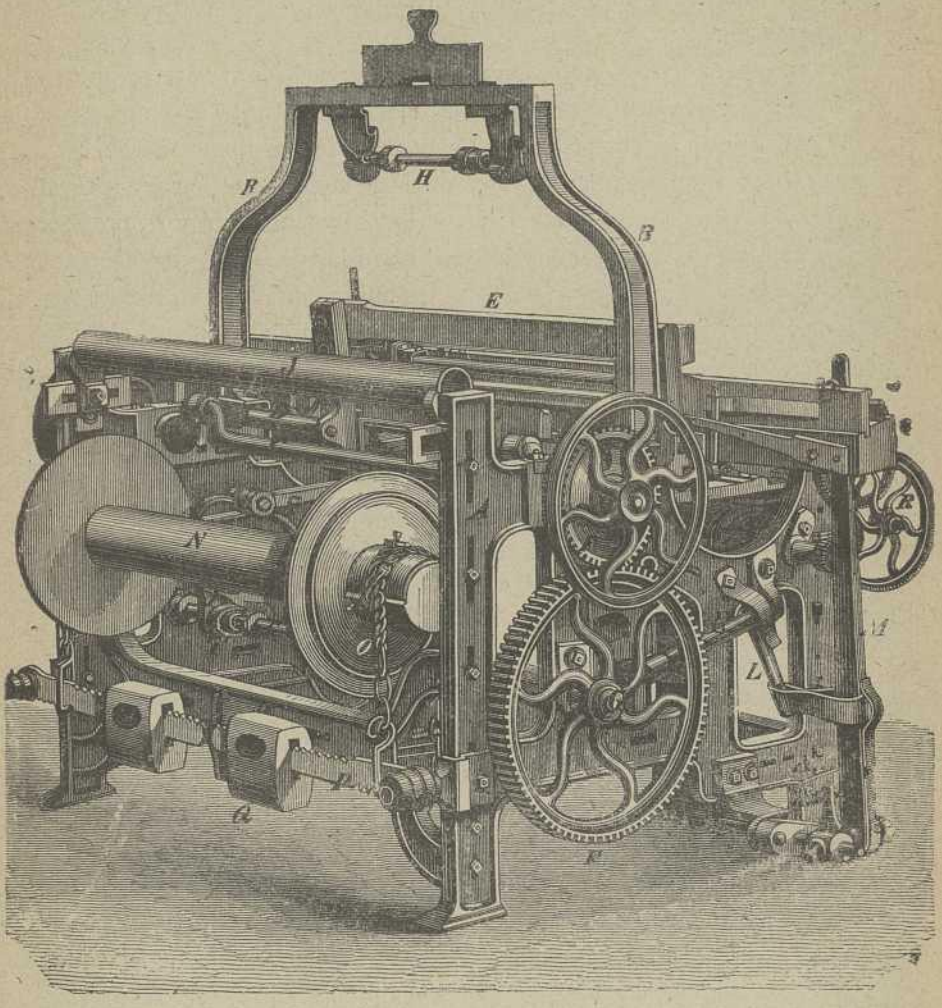


FIG. 689.—Telar mecánico.

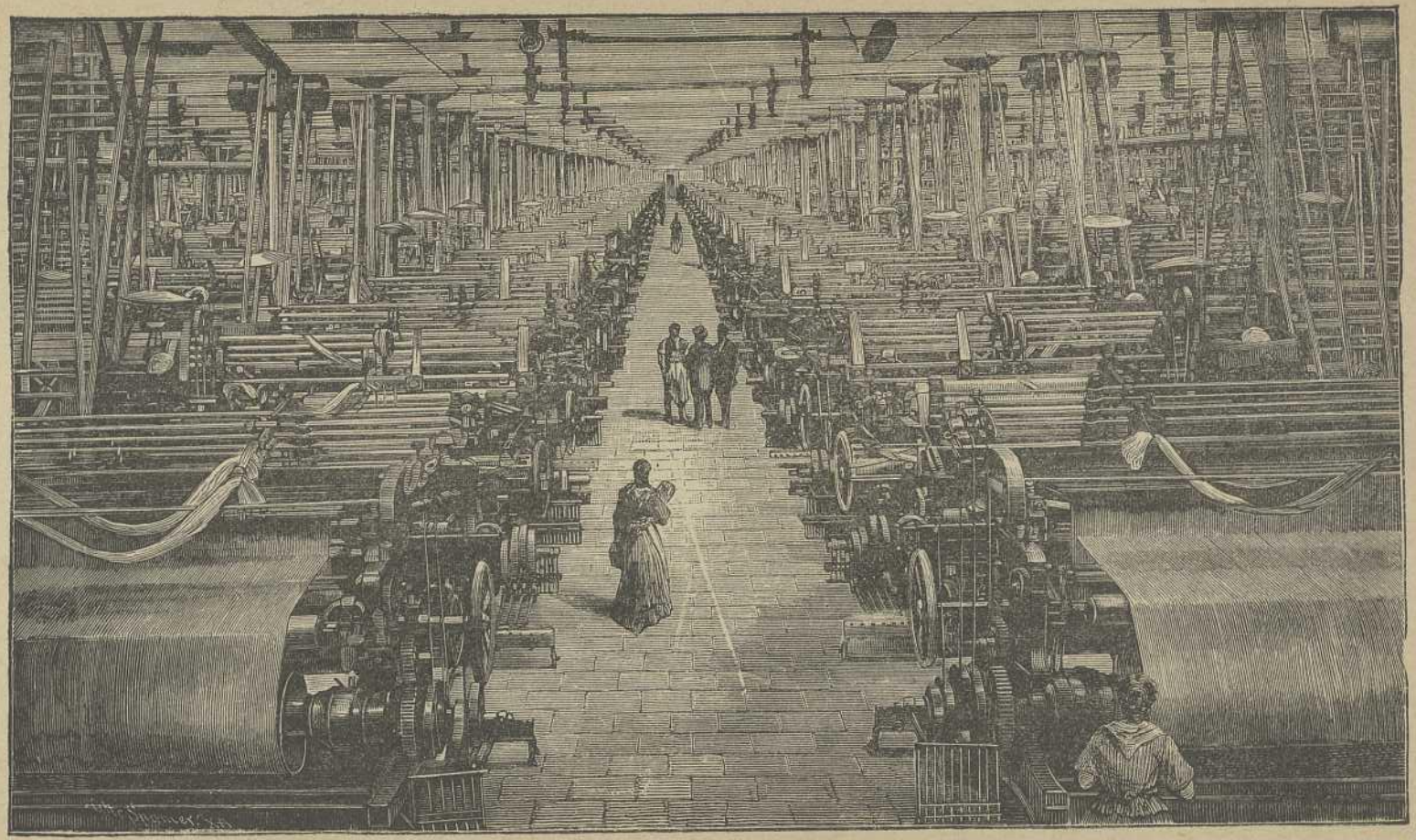
inmediatamente á una polea loca, paralizándose en seguida el movimiento. Otro mecanismo de seguridad entra en acción cuando se rompe el hilo de la rama, parando asimismo el telar; el peine contiene, en su lado anterior, junto á una de las cajitas de la lanzadera, un ligero gancho que, durante la marcha normal, resulta levantado á cada paso por el hilo de la trama; cuando esto no sucede, por haberse roto el hilo, el gancho entra en contacto con una palanca oscilante, *S* (fig. 689), cuyo movimiento se halla determinado

por la excéntrica *T* del árbol *G*, y que obra á su vez sobre el mecanismo antes referido, haciendo pasar la correa motriz á la polea loca.

Como al separarse los hilos de la urdimbre, merced á la acción de las perchadas, la tirantez puede resultar excesiva, ocasionando la rotura de algún hilo, suele dotarse al plegador de atrás ó al cilindro *J* de un movimiento oscilatorio, que afloja un poquito la urdimbre en el momento de verificarse dicha separación.

Para producir tejidos complicados, que suponen un número mayor de perchadas, el movimiento de éstas se facilita mediante el empleo de los llamados discos de perchadas, que constituyen una combinación de varias de las excéntricas ordinarias. La fig. 690 muestra la construcción y acción de un disco de este género, compuesto de varios segmentos, *H* y *C*, provistos de láminas metálicas salientes, en las que se apoya la ruedecita *g* de la palanca *L;* siendo evidente que, al girar el disco, las curvas que forman dichas láminas determinan, ora un alzamiento, ora una depresión de la palanca *L*, y por su medio la acción correspondiente de las palancas *A* y *B*, cuyos brazos largos van unidos á la perchada. Según la combinación de las curvas y el número de discos que recibe el árbol respectivo del telar (ó sea el *G* de la fig. 689), se puede variar mucho el movimiento de las perchadas, con arreglo al tejido que se desea obtener. Pero, como indicamos antes, el empleo del mecanismo de Jacquard es indispensable tratándose de tejidos con figuras ó dibujos complicados, y á ello se presta el telar mecánico tan bien como el común. En este lugar, y para que nuestros lectores puedan formarse una idea, siquiera ligera, de los progresos realizados en la construcción de los telares mecánicos, añadiremos que con éstos, no sólo se producen telas adamascadas de seda y mixtas, sino también gasas y alfombras afelpadas, para las últimas de las cuales las agujas que sirven para formar los lacitos del pelo, no sólo se introducen automáticamente, sino que al sacarse cortan ellas mismas dichos lacitos, dejando el pelo suelto y acabado.

En cuanto al efecto del telar mecánico, depende de la construcción de la máquina, la naturaleza de los materiales textiles, la clase de tejido, y en parte también de la experiencia y el cuidado del operario encargado de la vigilancia. Por regla general, los telares mecánicos trabajan á razón de 50 á 200 carreras de lanzadera por minuto, tejiendo de dos á cuatro veces más tela que un tejedor de mano con la lanzadera volante; pero existen también telares, como el de *Keighley*, que pueden dar más de 300 golpes por minuto, sin perjuicio para el tejido; si bien debemos advertir que semejante velocidad sólo es conveniente en casos determinados. Otra ventaja del telar mecánico resulta de la mayor uniformidad de los tejidos que con él se obtienen, comparados con los producidos en el telar común; siendo desde luego preferible en este concepto el primero, tratándose de la fabricación de telas muy densas ó tupidas.



Sala de telares mecánicos en la fabrica de Rogelet, en Buehl (Alsacia).

Atendidas semejantes ventajas y las necesidades cada vez crecientes de nuestra sociedad, no es extraño que el telar mecánico, en sus diversas modificaciones, haya relegado al segundo lugar el telar de mano, y siga generalizándose su empleo, con perjuicio notorio del tejedor casero. Es verdad que todavía es indispensable el tejido á mano para ciertas telas cuya fabricación

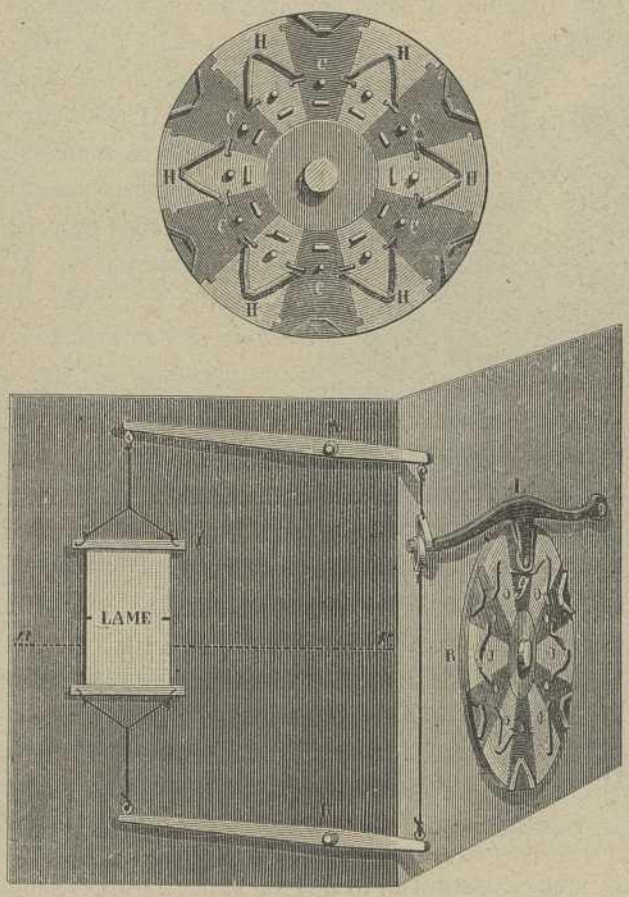


FIG. 690.—Disco de perchadas.

mecánica ofrece dificultades al parecer insuperables; pero generalmente hablando, es evidente que va desapareciendo con rapidez la antigua industria casera, y este hecho viene siendo objeto de graves preocupaciones en algunas comarcas del Bajo Rhin, Sajonia y Rusia, donde el sustento de una población numerosa depende todavía del telar de mano. En su vista, el Gobierno prusiano puso recientemente (1885) á disposición de Lembke, director de la escuela de tejedores de Krefeld, la suma de 25.000 pesetas, para ensayos encaminados á la construcción de un telar que, sin necesitar una máquina

motriz, sea susceptible de tejer tanto y tan bien como un telar mecánico propiamente dicho. Antes de la fecha referida, varios constructores franceses y alemanes trataron de resolver el problema en cuestión, inventando telares semimecánicos que se mueven, ora por medio de una palanca ó un manubrio con volante, ora mediante cigüeñas manejadas con los pies como las de un velocípedo, ora por medio de una combinación de palancas de mano y pedales; pero ninguno de estos aparatos ha dado resultados satisfactorios, respondiendo únicamente á las exigencias del problema el ideado por *Laeserson* y *Wilke*, de Moscou, con tal de que para moverlo se combine con uno de los pequeños motores mecánicos de gas ó vapor, inventados especialmente para las industrias caseras. Por su parte, el director *Lembke*, en unión con el mecánico *Dochmer*, ha construído un telar destinado en particular al tejido de la seda, que puede moverse á mano ó mecánicamente, y es casi tan eficaz como el verdadero telar mecánico. En este estado se encuentra hoy la interesante cuestión, cuya resolución definitiva se hace todavía esperar.

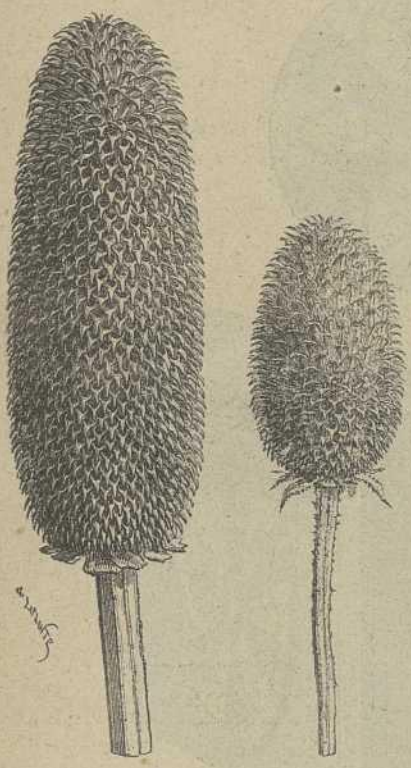


Fig. 991.—Cardas naturales.

APRESTO DE LOS TEJIDOS

Antes de entregarse al comercio necesitan las telas, en su mayor parte, someterse á diversas operaciones, que tienen por objeto limpiarlas ó prestarles mejor aspecto, y que constituyen lo que se llama *apresto*. Semejantes operaciones varían según los materiales de que se componen los tejidos, y el objeto especial propuesto, consistiendo el apresto de los de lana, por ejemplo, en abatanar, chamuscar, rebotar, tundir, teñir, calandriar y prensar.

Tratándose de paños y géneros análogos, la batanadura tiene por objeto enfurtirlos, ó sea fieltrar las fibras de la lana en ambas caras del tejido; mientras que respecto de las telas de algodón, dicha operación responde principalmente á su limpieza. El batán antiguo consiste en una serie de pesados pilones de madera, que se levantan y caen alternativamente, uno tras otro, por medio de un árbol giratorio, provisto de fuertes dientes ó clavijas, machacando en cierto modo el paño doblado y mojado, que se coloca debajo en una pila. Pero

este procedimiento es bastante imperfecto, y el enfurtido se verifica hoy por lo general por medio de una especie de laminador. La pieza de paño metida en la máquina se une por sus extremos cosiéndola, y va pasando sucesivamente por una pila llena de agua de jabón, una canal estrecha (7 × 11 centímetros), un par de cilindros de madera, oprimidos uno contra otro mediante muelles, una segunda canal, y, por último, una mesa elástica, sobre la que se apoyan dos rodillos. De este modo, y al cabo de algunas horas, durante las cuales se mantiene en circulación continua, sale el paño perfectamente enfurtido, sin sufrir los perjuicios inherentes al procedimiento antiguo.

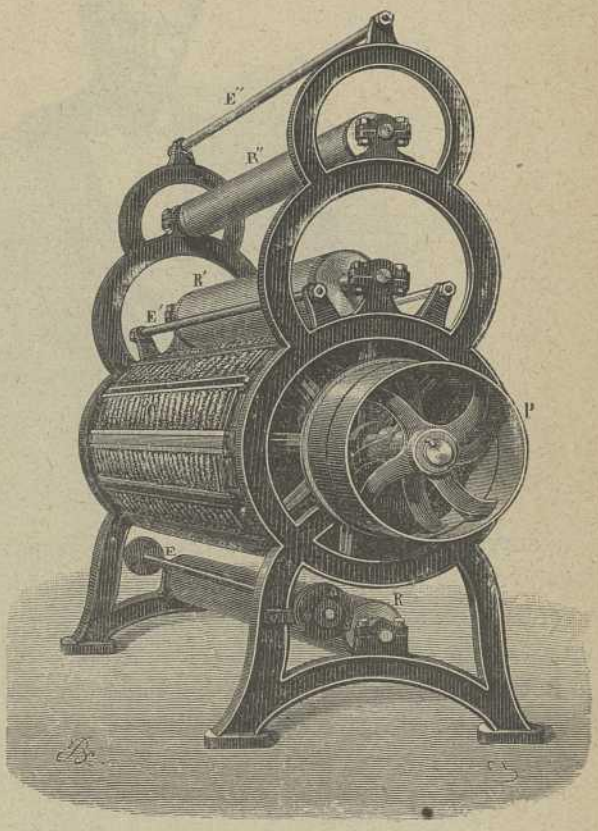


FIG. 692.—Rebotadera mecánica.

Muchas telas tienen que recibir una superficie lisa, á cuyo fin es preciso quitar la pelusilla que cubre los hilos del tejido. Esto se puede verificar chamuscando la tela, es decir, quemando dicha pelusilla, ó bien tundiéndola, esto es, cortando los pelitos por medio de un instrumento afilado: por el primer procedimiento puede quitarse hasta la pelusilla que queda más ó menos escondida entre los hilos del tejido, mientras que por el segundo sólo puede cortarse más ó menos profundamente la pelusilla superficial. El chamuscado puede efectuarse pasando las telas sobre cilindros ó planchas metálicas candentes, ó bien sometiéndolas á la acción de una serie de llamitas de alcohol ó gas del alumbrado, como tuvimos ocasión de explicar al tratar del blanqueo en el tomo V de esta obra (véase la pág. 677 y las figuras 386 y 387).

Al tundido, que se aplica más especialmente á los tejidos de lana, precede la operación de rebotar, que tiene por objeto sacar ó levantar é igualar la pelusilla por medio de cardas naturales como las reproducidas en la fig. 691. La rebotadura puede practicarse á mano; pero hace tiempo que este procedi-

miento primitivo ha caído en desuso, empleándose al efecto máquinas especiales con cardas naturales ó artificiales, es decir, de alambre. La fig. 692 representa una rebotadera mecánica, cuyo elemento principal es un tambor *C*, en

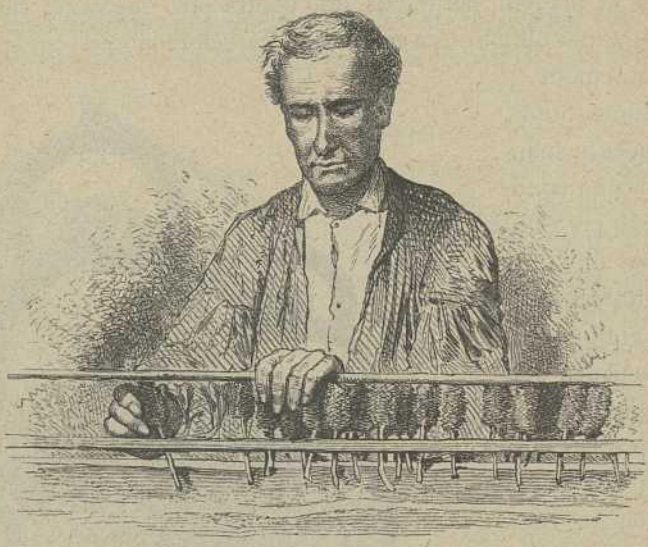


FIG. 693.—Colocación de las cardas en el tambor de la rebotadura.

cuya superficie se fijan series de cardas de la manera indicada en la fig. 693. El paño conducido en torno del rodillo *R* al pie de la máquina, y guiado por la varilla *E*, se aplica contra la parte anterior del tambor *C*, y á medida que gira éste á impulso de un motor (mediante una correa y la polea *P*), va pasando por debajo del rodillo *R'* y luego en torno del *R''*, desde donde baja el rodillo *R* para sufrir una segunda rebotadura.

Después de esta operación se procede al tundido, que también se verifi-

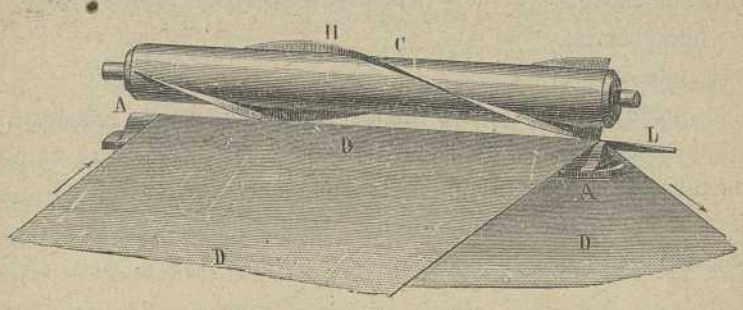


FIG. 694.—Tundosa mecánica.

caba antes á mano por medio de una especie de tijera de esquilar, pero que hoy se practica con las máquinas llamadas *tundosas*. La parte fundamental de estos aparatos consiste en un cilindro metálico (fig. 694, *C*), en cuya superfi-

cie se desarrollan, á modo de hélice, dos hojas afiladas de acero *H*, y una cuchilla recta *A A*, fija, con la que aquellas hojas, al girar rápidamente, constituyen una especie de tijera mecánica. La tela *DD* se hace pasar entre la cuchilla fija y el cilindro, y según la aproximación de estos elementos, la pelusilla resulta cortada más ó menos profundamente, con la mayor igualdad.

La mayor parte de las telas recibe un apresto especial por medio de má-

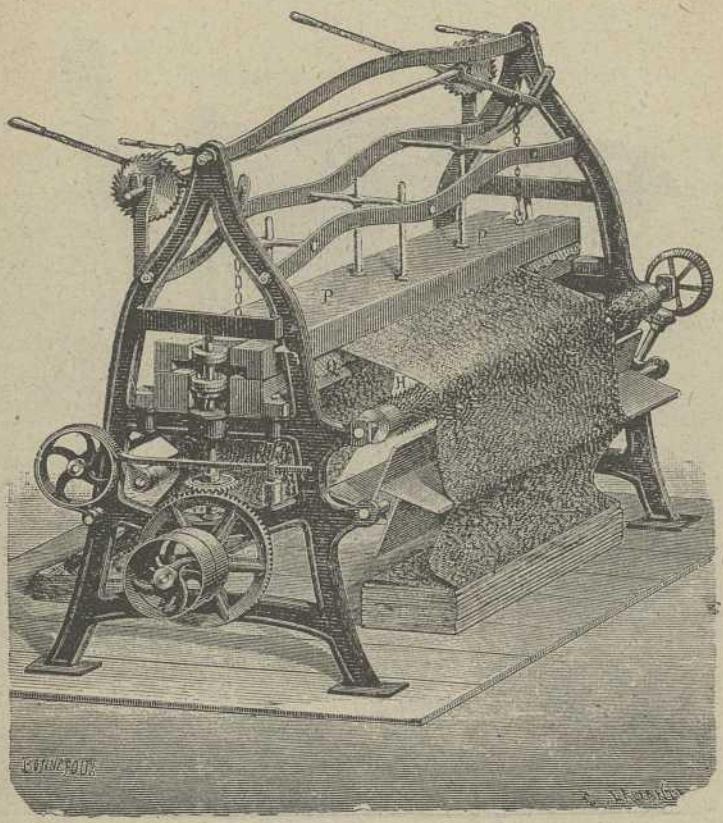


FIG. 695.—Máquina de rizar telas.

quinas de secar, prensas y calandrias, con las que se logra producir los aspectos más diversos. Dichos aparatos consisten especialmente en cilindros huecos de cobre, entre los cuales se hace pasar la tela humedecida de antemano; ó bien en varios pares de cilindros de hierro, fuertemente oprimidos unos contra otros, que laminan, digámoslo así, las telas; en ambos casos pueden calentarse dichos cilindros más ó menos por medio del vapor de agua que se introduce en su interior. Con semejantes operaciones se asocia el almidonado ó engomado de las telas de algodón y seda, que tiene por objeto prestarles cierta tiesura y brillo.

Por último, empléanse hoy diversas máquinas especiales para rizar el pelo más ó menos largo de determinadas telas, para estampar dibujos de relieve en su superficie, ó para producir el llamado moaré. La fig. 695 representa una máquina de rizar, en la que la tela, previamente rebotada, va pasando entre dos planchas de madera, *P* y *Q*, de las que la superior está revestida con un tejido basto y ejecuta de un modo alternativo un ligero movimiento rotatorio y uno de vaivén en sentido vertical. La fig. 696 indica el modo de producir

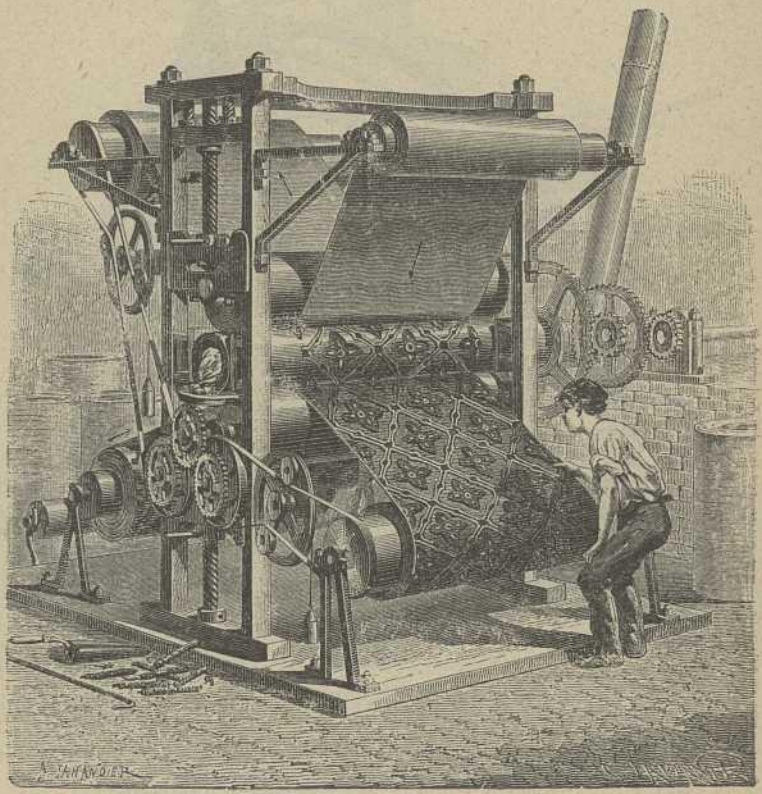


FIG. 696—Máquina de estampar telas afelpadas.

por estampación dibujos de relieve en terciopelos y telas afelpadas: la máquina está construída para estampar simultáneamente dos piezas de felpa por medio de un solo cilindro grabado; éste, que es de cobre y que se calienta llenando su hueco con carbón vegetal candente, descansa horizontalmente entre dos sólidos cilindros de madera, que se oprimen contra él, desde arriba y abajo, mediante fuertes tornillos en ambos lados de la armadura; al girar el cilindro grabado á impulso de un motor, van pasando entre él y los correspondientes cilindros de madera las dos piezas de tela, resultando estampadas al paso, como se ve claramente en la figura. El moaré se produce de diversas maneras: en primer lugar, y siempre, la tela se salpica con agua y se deja secar hasta

cierto punto, en cuyo estado se dobla y hace pasar entre los cilindros calentados de un calandrio, ó bien no se dobla, y al pasar entre los cilindros se le imprime un ligero movimiento de vaivén en el sentido de su ancho; ó bien se atiranta fuertemente y se deja pasar, al tiempo de entrar en el calandrio, sobre el borde ondulante de una barra de hierro. De todos modos, el dibujo especial ó moaré resulta del aplastamiento de la trama del tejido en líneas irregulares y no paralelas.

FABRICACIÓN DE ENCAJES

Constituye una rama especial de la tejeduría, que en ciertas regiones de Europa sigue siendo la ocupación industrial casi exclusiva de los habitantes, practicándose, ora á mano, es decir, por medio de la aguja ó de los bolillos, ora con la ayuda de máquinas de construcción especial.

Los primeros trabajos á los que cuadra el nombre de encaje, aparecieron á fines de la Edad Media en Italia, y poco tiempo después en los Países Bajos; y desde entonces han desempeñado los encajes un papel importante en la historia del lujo. Las transformaciones que sufrieron los trajes en tiempos del Renacimiento, y que fueron una de las manifestaciones de aquella memorable evolución artística, favorecieron la introducción del hermoso cuanto delicado género de tejidos de adorno de que hablamos, y Venecia, Bolonia, Génova y Florencia, así como Siena, Padua y Roma, fueron los primeros centros de un arte á que se dedicaban preferentemente las damas aristocráticas, y que, bajo la influencia de los pintores de la época, se desarrolló en varias ciudades de diversas y muy características maneras. En Venecia, por ejemplo, nació, digámoslo así, el precioso encaje de relieve llamado *punto de rosa*, del que se producían muchas variedades. Génova se distinguió por un género especial, á modo de franja, que se llamó *macramé* y se hacía con los bolillos; en Siena parece que se producían más especialmente encajes hechos con la aguja, y en uno y otro centro predominaban estilos determinados, que con el tiempo fueron modificándose y combinándose, á tal punto, que sería muy difícil someter los antiguos encajes italianos á una clasificación rigurosa.

A partir del siglo XV, las florecientes ciudades de los Países Bajos fueron también célebres por sus encajes, cuya producción se fomentaba con asiduidad en los asilos ó conventos especiales de las *beguinas;* y Bruselas, Brujas, Binche, Malinas, Amberes y otras muchas poblaciones importantes, prestaron sus nombres á diversos géneros á cual más ligero y precioso (fig. 697). No sólo el trabajo con los bolillos y el bordado con la aguja eran ocupaciones de suyo muy á propósito para las tranquilas y diligentes mujeres neerlandesas, sino que las comarcas, tan copiosamente regadas , que hoy constituyen la Holan-

da, Bélgica y el Norte de Francia, fueron siempre propicias para el cultivo del lino, uno de los materiales principales de la industria encajera. Además,

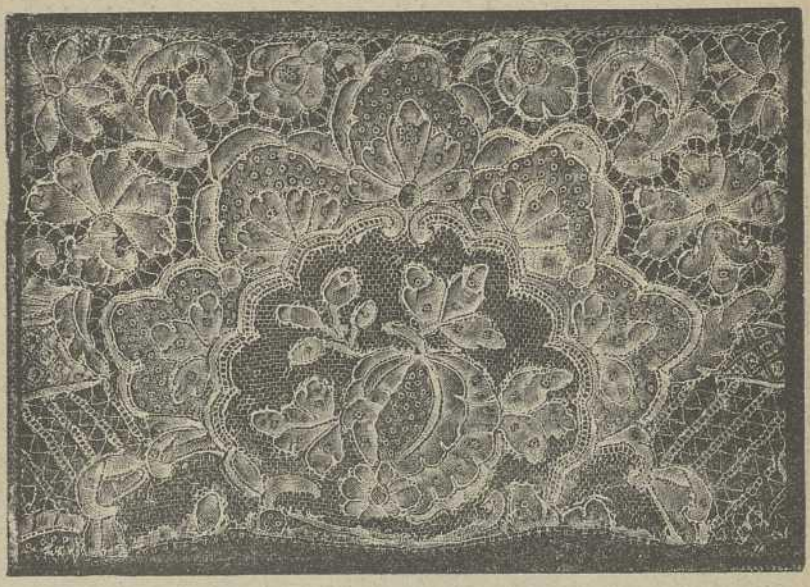


FIG. 697.—Antiguo encaje de Bruselas.

Francia, donde se iba desenvolviendo de un modo extraordinario la afición por los encajes, constituía al principio un mercado segurísimo para los productos flamencos. Es verdad que el arte de hacer encajes con la aguja se había implantado en Francia á mediados del siglo XVI, y algo más tarde empe-

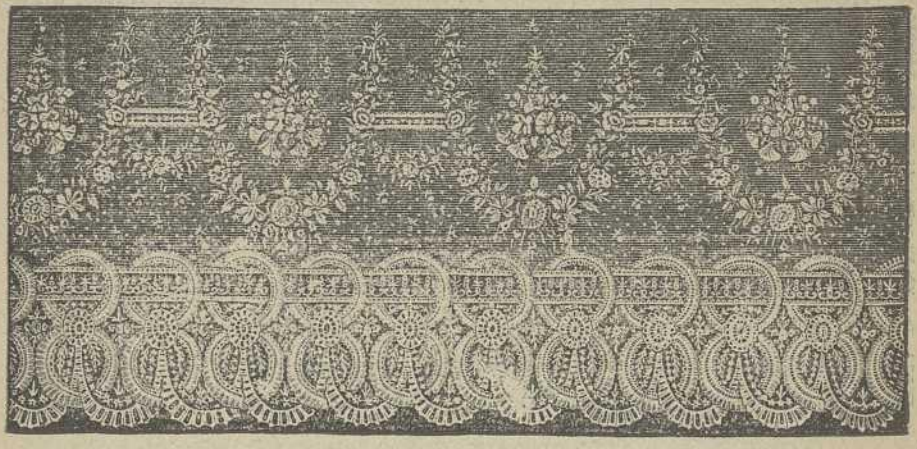


FIG. 698.—Encaje moderno de Bruselas.

zó á propagarse el trabajo con los bolillos; pero el gran fomento de la industria encajera en este país, y su triunfo sobre las de Italia y de los Países Bajos,

se deben á la poderosa iniciativa de Colbert, el célebre ministro de Luis XIV, bajo cuyo monarca y sus sucesores, rayó el uso de los encajes en una verdadera locura. En Lonray se fundó una escuela especial de encajeras, estable-



FIG. 699.—Encaje punto de Alençon, del siglo XVII.

ciéndose más adelante otras en Quesnoy, Arras, Reims, Sedán, Alençon, etc.; los modelos se traían de Flandes, y para la enseñanza vinieron maestras italianas; de modo que en un espacio de tiempo relativamente corto, el llamado *punto de Francia* se elevó al rango de los encajes más hermosos. Los géneros de Valenciennes, Alençon, Argentan (fig. 699), Bayeux y Chantilly, tienen su



FIG. 700.—Encaje moderno de Bayeux; imitación del punto de Colbert.

merecido puesto en la historia del arte, lo mismo que las obras de los plateros de Augsburgo y de los vidrieros venecianos.

La revocación del edicto de Nantes y la consiguiente expulsión de los pro-

testantes de Francia, contribuyó al desarrollo en Alemania de la industria encajera, que antes era insignificante; si bien en Sajonia se veneraba por entonces el recuerdo de una señora llamada *Uttmann*, que, á mediados del siglo XVI, se venía dedicando á enseñar el arte de los bolillos á sus pobres compatriotas, iniciándolas en un nuevo medio de ganarse el sustento. Este arte se practica todavía en las montañas de ese país minero, así como en la vecina Bohemia; y también en algunos de los centros citados de Bélgica y Francia siguen produciéndose á mano hermosos encajes (figuras 698 y 699), así como en el clásico centro inglés de Honiton; pues semejantes géneros encuentran todavía compradores entre las personas ricas y de gusto, y su manufactura prospera á pesar de la gran competencia iniciada de cincuenta años á esta parte por la fabricación mecánica de encajes.



FIG. 701.—Encajera trabajando con los bolillos.

Prescindiendo de una manera antigua de formar encaje, que consistía en entresacar hilos de una tela y unir los restantes por medio de un cosido especial, se distinguen principalmente los trabajos manuales con la aguja y con los bolillos. Con arreglo al primero de estos procedimientos, se va formando el encaje con la aguja sobre un dibujo trazado en un pedazo de cartón fino, empezando por fijar los contornos de las figuras con un hilo relativamente grueso, que se sujeta como mejor conviene, mediante los puntos necesarios, y luego labrando los detalles del dibujo con un hilo más fino, que se entreteje con aquél de diversas maneras imposibles de describir. Acabado el encaje, se separa del cartón, contando los puntos que le servían de sujeción. Según el procedimiento de los bolillos, que representa la fig. 701, el dibujo modelo de cartón se fija sobre una almohadilla resistente sujeta á una mesa, y el trabajo consiste en entrecruzar una serie de hilos arrollados separadamente en pequeños carretes con mango (bolillos, véase la figura á la izquierda), fijando cada punto de cruzamiento con un alfiler que se hunde en la almohadilla á través del cartón; los bolillos descansan sobre la mesa, como indica nuestro grabado, y la encajera los lleva de acá para allá con la mano izquierda, haciéndolos pasar unos por

encima ó por debajo de otros, con una presteza maravillosa, mientras que, con la mano derecha, va colocando los alfileres en los puntos que determina el dibujo. Los encajes, especialmente los más finos, se hacen con hilo (lino) ó



FIG. 702.—Cortina de encaje hecha á máquina en Nottingham (Inglaterra).

con seda, en cuyo último caso suelen llamarse *blondas;* pero se fabrican también de algodón y de lana.

La fabricación mecánica de los encajes se inició en Inglaterra, donde ha alcanzado grandes proporciones, especialmente en la ciudad de Nottingham,

cuyos productos se distinguen por su belleza (fig. 702), no menos que por su baratura. Después se implantó dicha industria en algunos centros franceses, como Calais, Lyon y Amiens, y también en Austria y Sajonia, en cuyo último país se producen más especialmente cortinas. Las máquinas empleadas son, de una parte, telares de construcción bastante complicada, debidos á los ingleses *Heathcoat* y *Pusher*, y al francés *Gounet;* y de otra las máquinas de bordar que describiremos en el capítulo siguiente, al tratar de las de coser. También se fabrican encajes dichos "aplicados„, porque los dibujos se "aplican„ ó cosen á mano sobre un fondo hecho á máquina.

En cuanto á España, justo es decir que, si bien se halla muy poco extendida la industria que nos ocupa en Almagro, (Ciudad Real) se producen desde muy antiguo encajes muy celebrados por su mérito. y que pueden competir con los mejores de Europa.



MAQUINAS DE COSER

BORDAR Y DE PUNTO

Historia del invento de la máquina de coser: Saint, Thimonnier y Howe.—Perfeccionamiento de Singer, Wilson, Grover y Baker y Gibbs.—Principios fundamentales de los diferentes sistemas de construcción: máquinas de coser con un hilo; punto de cadeneta simple.—Máquinas de coser con dos hilos; puntos de cadeneta doble y acolchado doble.—Máquinas especiales y aparatos accesorios.—Fabricación de las máquinas de coser.—Máquinas de bordar.—Máquinas de punto.

No es nueva la observación de que una sucesión lógica rige en cierto modo la aparición de los nuevos inventos; es decir, que dentro de las diversas esferas de la actividad humana, una invención da lugar á otra, hasta que quedan resueltos varios problemas análogos y erigido un sistema. Con arreglo á la misma lógica natural, las ideas que constituyen la raíz de los inventos permanecen en estado de germen, hasta que el tiempo y las circunstancias resultan favorables para su desenvolvimiento, reconociéndose entonces la importancia de lo que antes pasó inadvertido ó se tuvo por insignificante. La máquina de coser confirma plenamente dicha proposición: la idea que le sirvió de base y los primeros ensayos para realizarla, pertenecen á Europa; pero sólo

en una época bastante posterior, y en medio de condiciones muy distintas, consumóse realmente el invento en los Estados Unidos.

Refiérese que en 1755 un alemán llamado *Wiesenthal*, inventó un mecanismo para coser, y en el mismo año se concedió en Inglaterra un privilegio de invención por una aguja de dos puntas con el ojo en medio, destinada á coser mecánicamente; pero el primero que construyó incontestablemente una máquina de coser, fué el inglés *Thomas Saint*, de Middlesex, cuyo privilegio está fechado en 7 de Julio de 1790. Según este documento, tratábase de un "método enteramente nuevo para confeccionar zapatos, botas, etc.„ y de la descripción, unida á un diseño que reproducimos en la fig. 703, se desprende que la máquina de Saint contenía una lezna para abrir los agujeros y una aguja para pasar el hilo y formar punto de cadeneta, y que, tanto en su forma general como en sus detalles, tenía bastante analogía con las máquinas de coser actuales, sobre todo con las destinadas á coser el cuero, cuya construcción se funda de hecho en un principio idéntico. La acción de dicha máquina se producía por medio de un manubrio y un eje, cuyas excéntricas determinaban el movimiento de vaivén en sentido vertical de la lezna y la aguja, mientras que el género que se trataba de coser se sujetaba á una especie de carro, al que podía imprimirse un movimiento de traslación por debajo de la aguja, mediante un mecanismo. No tenemos noticias acerca de los resultados prácticos obtenidos con la máquina en cuestión; pero es digno de observar que, para lograr su objeto, escogió Saint el buen camino, valiéndose de sencillos movimientos mecánicos, en vez de esforzarse inútilmente por imitar la acción complicada de la mano humana, como lo hicieron otros inventores posteriores. Entre éstos mencionaremos á los ingleses *Stone* y *Henderson*, que en 1804 sacaron privilegio de invención de una máquina de coser que no dió resultados satisfactorios.

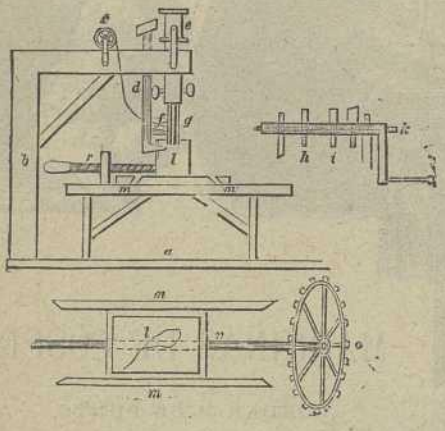


FIG. 703.—Máquina de coser de Saint.

Diez años más tarde, es decir, por el de 1814, el tirolés *Madersperger*, maestro sastre en Viena, se ocupaba en la construcción de una máquina de coser, valiéndose de una aguja de dos puntas con el ojo en la parte media, la cual, por medio de un mecanismo especial, traspasaba alternativamente la tela desde arriba y desde abajo. Pero no cayó en la cuenta de emplear un hilo continuo, ó no pudo idear una construcción adecuada, sino que tomando sólo

pedazos sueltos de hilo como en el cosido ordinario, tenía que parar su máquina después de dar unas 130 puntadas para enhebrar de nuevo, lo que anulaba el valor práctico de su invento. Al cabo de varios años de inútiles esfuerzos por perfeccionar la máquina, entregó un ejemplar de ella al Instituto politécnico de Viena, en cuyo Museo se conserva todavía.

Desde 1830 á 1850 concediéronse en Francia, Inglaterra y los Estados Unidos más de treinta privilegios de invención de máquinas para coser; pero sólo una de ellas, la del francés *Bartolomé Thimonnier*, tuvo algún valor práctico. Thimonnier era un pobre sastre de Saint-Etienne, cuyo carácter excéntrico le llevaba á descuidar su oficio y daba lugar á que sus convecinos le calificaran de loco; pero concibió la idea de inventar una máquina de coser, y después de cuatro años de trabajo con los cortos medios de que podía disponer, construyó un aparato, en su mayor parte de madera (fig. 704), por el que obtuvo privilegio de invención el año 1830. El punto que producía esta máquina era el llamado cadeneta; la agúja, *a*, tenía en la punta un ganchito, y atravesando la tela de arriba abajo, cogía el hilo y lo sacaba á la superficie de aquélla, en forma de lacito, que quedaba extendido en la línea de la costura; en la puntada siguiente se formaba otro lacito que, pasando por medio del primero, formaba el referido punto de cadeneta.

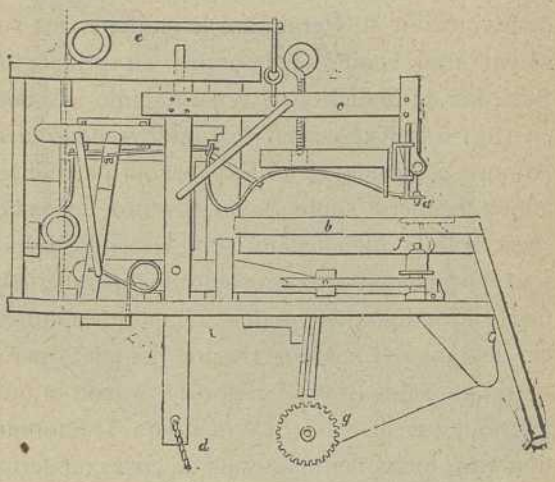


FIG. 704.—Máquina de coser de Thimonnier.

Un ingeniero del Gobierno, llamado Beaunier, que vió casualmente la nueva máquina y comprendió su importancia, se llevó el sastre á París, donde no se tardó en constituir una sociedad industrial bajo la razón "Ferrand, Thimonnier, Germain, Petit y compañía„; y en 1831 podía verse en la calle de Sèvres un espacioso taller donde funcionaban 80 máquinas en la confección de ropa para el ejército. Pero el negocio tuvo bien corta duración; los sastres jornaleros vieron en el nuevo invento un medio destinado á quitarles el pan de la boca, y excitados todavía por la revolución política del año anterior, penetraron en el taller de Thimonnier, rompieron todas sus máquinas, y le obligaron á huir de la capital. Poco después murió Beaunier; los demas asociados se retiraron, y nuestro inventor se vió abandonado. El año 1834, después de perfeccionar su máquina, volvió de nuevo á París, donde pensaba poder ga-

narse la vida cosiendo; pero sus esperanzas se vieron frustradas, y no le quedó otro recurso que regresar á Saint-Etienne con la máquina á cuestas, que iba enseñando por el camino como curiosidad, á fin de ganar algo para el viaje.

Lejos de perder ánimo en vista de estos contratiempos, Thimonnier puso de nuevo manos á la obra y construyó algunas máquinas para las cuales halló con dificultad compradores; hasta que, en 1845, un buen señor Magnin se asoció á él, aportando el capital necesario para montar una fábrica de construcción. Desde entonces tomó el negocio mejor aspecto; las máquinas se hacían en mayor número, vendiéndose por 50 francos, y en 1848 se construían ya de hierro, pudiendo funcionar á razón de 300 puntadas por minuto, y aplicarse al cosido de todas las telas, y también del cuero. Pero aquel año de revolución fué fatal para la empresa; los socios quedaron arruinados; para salvar algo vendió Thimonnier su privilegio inglés, por una friolera, á una Sociedad de Manchester, y para colmo de desgracia, la máquina que envió en 1851 á la Exposición de Londres, llegó tarde para los efectos del concurso. Aunque el Jurado de la Exposición parisiense de 1855 emitió después dictamen lisonjero sobre dicho invento, concediéndole una medalla de primera clase, sólo le quedaba un valor histórico, pues entretanto el problema del cosido mecánico se había resuelto independientemente y de un modo más práctico, en los Estados Unidos. Thimonnier, que desde 1825 se venía dedicando sin descanso al mismo, vió por completo perdido el fruto de sus desvelos, y murió en Saint-Etienne el año 1857, con el único consuelo del dictamen oficial referido, que dice así: "La máquina Thimonnier ha servido evidentemente de tipo para todas las máquinas de coser modernas„.

Esta afirmación, que los escritores franceses se complacen en reproducir, carece de exactitud, pues todas las máquinas de coser que han tenido un éxito realmente práctico, son de origen norteamericano, y está comprobado que ni Hunt, ni Howe, ni Wilson tuvieron conocimiento alguno del invento de Thimonnier. La primera máquina de coser que producía el punto dicho doble de acolchar (punto que hoy se prefiere á todos los demás, por ser el que más se parece al formado á mano, y que da la costura más duradera y de mejor aspecto), se debe al norteamericano *Walter Hunt*, que la construyó en los años de 1832 á 1834, es decir, cuando Thimonnier hacía los primeros ensayos con la suya. Trabajaba la de Hunt con una pequeña lanzadera, parecida á las que emplean los tejedores, y una aguja cuyo ojo se hallaba cerca de la punta; y si bien daba resultados satisfactorios, su inventor no le prestaba la menor importancia, contentándose con construir y vender algunos ejemplares, sin cuidarse de sacar privilegio de invención. Posteriormente, en 1841, los ingleses *Newton* y *Archbold* produjeron una máquina destinada á coser y bordar guantes; en 1842 apareció otra de *Greenough* (fig. 705), que funcionaba con una lezna y un aguja de dos puntas con ojo en el centro, como la ya referida de Ma-

dersperger, y se destinaba al cosido del cuero y de las telas más gruesas; en 1843 inventó *Corliss*, en los Estados Unidos, una máquina análoga á la anterior; y desde 1844 á 1850 salieron á la palestra los ingleses *Beau* y *Bostwick*, y los norteamericanos *Rodger*, *Smith* y *Chadburne*, con otras máquinas de coser destinadas á trabajos especiales. Pero ninguno de los inventos referidos hasta aquí, salvo acaso el de Thimonnier, tuvo consecuencias prácticas; y como Hunt había dejado de ocuparse del suyo, el problema del cosido mecánico podía considerarse como no resuelto, cuando apareció Howe en escena.

Elias Howe, hijo (figura 706), que con razón se considera como el inventor del sistema actual de coser á máquina, nació el año 1819 en Spencer, Estado de Massachussets. En su juventud ayudaba á su padre en las faenas agrícolas, asistiendo á la escuela comunal tan sólo durante el invierno; pero al cumplir diecisiete años se decidió por el oficio de mecánico, á cuyo efecto se fué á la ciudad de Lowell, donde por entonces empezaba á desarrollarse la industria mecánica. En este centro permaneció Howe dos años trabajando en una fábrica destinada principalmente á la construcción de telares y máquinas de hilar; y cuando la crisis de 1837 le dejó sin empleo, marchóse primero á Cambridge, y luego á Boston. Aquí halló trabajo en casa en un mecánico muy hábil, llamado Davis, que se ocupaba á la sazón en la construcción de una máquina de hacer punto, por encargo de un capitalista; y un día, en el taller, fué testigo Howe de una conversación que determinó en cierto modo su porvenir.

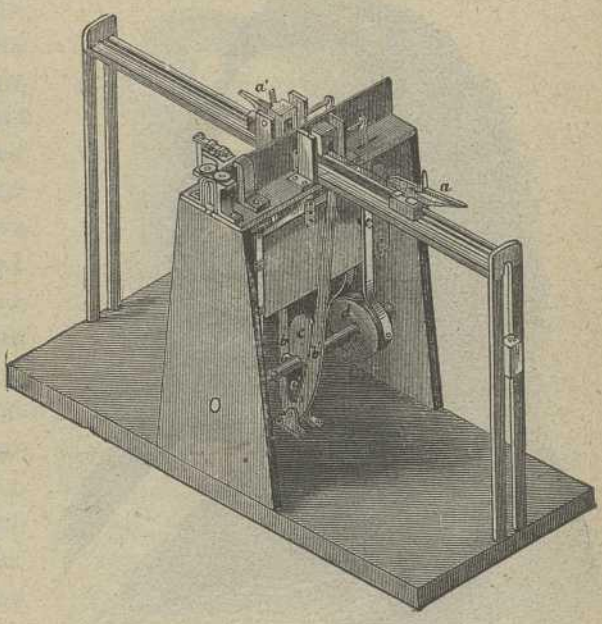


FIG. 705.—Máquina de coser de Greenough.

Habiendo entrado el capitalista para ver cómo adelantaba el trabajo, Davis, cansado de los ensayos infructuosos que venía haciendo, dijo con enfado: ¿Para qué romperse la cabeza con una máquina de punto? encargadme más bien una de coser.„ "Una máquina de coser, replicó el capitalista, eso es imposible.„ "No lo crea usted, dijo Davis, me comprometo á hacer una.„ "Pues hágala, Davis, contestó el hombre de dinero, y le prometo una gran fortuna.„

No sabemos si, al hablar de una máquina de coser, lo hizo Davis de un modo impremeditado, ó si realmente venía pensado en ella; pero Elías Howe se apoderó de la idea, y desde entonces se dedicó á realizarla. Aunque en 1840 se casó, sin tener más que los nueve duros por semana que ganaba, y se veía obligado á trabajar doblemente para subvenir á los gastos de su familia, no cesó de pensar en la máquina de coser, esforzándose infructuosamente, durante algunos años, por inventar un mecanismo que imitara la mano humana. Convencido al fin de la imposibilidad de semejante solución, se acordó, al parecer, del principio mecánico del telar, que había aprendido en Lowell, y lo aplicó con fruto al cosido, como antes lo había hecho Hunt, sin que tuviera conocimiento alguno, que sepamos, del invento de éste. La primera máquina de coser construida por Howe con arreglo á dicho principio, era de madera; pero funcionaba bastante bien para convencerle de la utilidad de su idea, y sólo soñaba con poder construir una de metal. A la sazón carecía de empleo, y lleno de cuidados vivía con los suyos en casa de su padre, siendo objeto de la ironía de sus amigos, que se burlaban de su invento; sin embargo, uno de éstos, llamado Fischer, le dió el dinero necesario para hacer una máquina de hierro, y con ésta se despertaron sus mayores esperanzas, pues cosía satisfactoriamente, dando 300 puntadas por minuto. Tal fué la máquina que reproducimos en la fig. 707, y cuyo privilegio de invención se concedió en 1846; pero desgraciadamente, y por más que se demostrara en un concurso público que podía coser más en un tiempo dado que cinco costureras muy hábiles, llamó tan poco la atención en los Estados Unidos, que Howe tomó la resolución de probar con ella su suerte en Inglaterra.



FIG. 706.—Elías Howe.

Con tal objeto cruzó el Atlántico en Octubre de 1846 su hermano Amasas, el cual, después de algunas tentativas infructuosas, y viendo agotados sus recursos, vendió la única máquina que llevaba á un tal Thomas, concediéndole

dole el derecho de hacer construir para su uso propio las máquinas que pudiera necesitar; también se convino verbalmente que Thomás sacara privilegio de invención para Inglaterra, y que abonara á Elías Howe tres libras esterlinas por cada máquina que vendiera. El privilegio se sacó, en efecto, pero Thomas nunca pagó un céntimo al inventor, tratando, por el contrario, la máquina de coser como cosa propia, y cobrando más adelante un derecho de dos libras esterlinas por cada una que se construía en su país. Por lo demás, el incidente siguiente muestra el carácter de este hombre sin conciencia. En 1847 invitó á Howe á pasar á Inglaterra con el objeto de modificar su máquina para que pudiera servir en la fabricación de corsés; acogió al inventor con la mayor deferencia y le trató amigablemente hasta que hubo realizado la modificación deseada, despidiéndole entonces como un criado. Howe, en unión con su familia que le había acompañado, no tuvo otro recurso, para poder regresar á su patria, que el de empeñar su privilegio americano; y poco después de volver, en 1849, murió su mujer, quedando él mismo en la mayor pobreza.

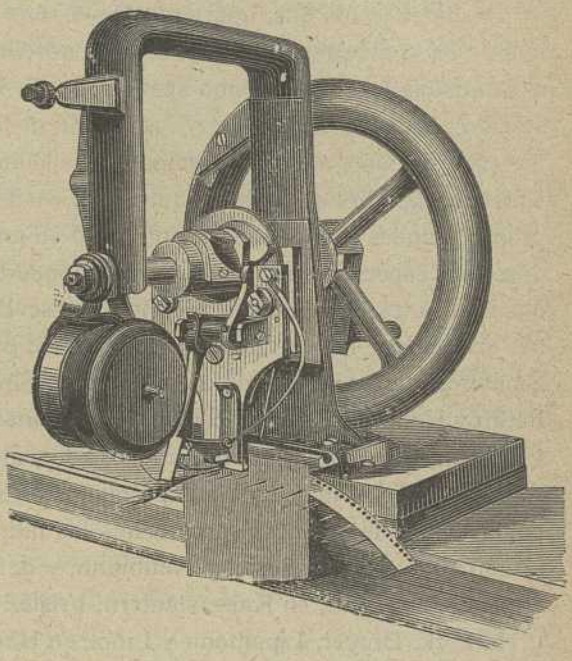


FIG. 707.—Máquina de coser de Howe.

Entretanto, y durante su ausencia, la máquina de coser había alcanzado gran celebridad en los Estados Unidos, aunque nadie se acordaba del nombre de su legítimo inventor. Lo sucedido fué que un hombre práctico, pero tan poco escrupuloso, al parecer, como el inglés Thomas, se había apoderado del invento de Howe, y después de modificar algunos detalles insignificantes, había obtenido nuevo privilegio, y logrado atraer la atención pública por medio del anuncio con bombo y platillos. En una palabra, lo que Howe, el inventor verdadero, siempre luchando con la pobreza y falto de conocimientos mercantiles, nunca hubiera conseguido, lo consiguió *Isaak Meritt Singer*, el imitador, de la manera referida. Al enterarse Howe, buscó un capitalista, con cuya ayuda desempeñó el privilegio original que había dejado en Inglaterra, y entabló seguidamente un pleito contra Singer y otros imitadores, fallándose que el privilegio del querellante, Elías Howe hijo, era válido, y que las máqui-

nas del demandado I. M. Singer constituían una infracción del mismo; y además, que no cabía ya duda alguna de que los beneficios resultantes de la introducción de la máquina de coser los debía el público á dicho Elías Howe, hijo. Este fallo fué de la mayor importancia para el pobre inventor, pues estableciendo su derecho de una manera incontestable, le proporcionaba la recompensa á que era acreedor después de tantos años de trabajo y disgustos. Howe murió prematuramente el año 1867; pero como desde la referida decisión judicial todo fabricante de máquinas de coser tenía que abonarle un tributo, dejó una fortuna de más de dos millones de duros.

Desde 1850 los que, aparte de Howe, han contribuido más al perfeccionamiento de la máquina de coser, son los norteamericanos *I. M. Singer*, jefe de la Compañía fabril del mismo apellido; *A. B. Wilson*, de la casa Wheeler y Wilson; *Grover y Baker* y *I. E. A. Gibbs*, de la casa Wilcox y Gibbs, de cuyos diversos sistemas nos ocuparemos más adelante. Merced á su inteligencia y actividad, la fabricación de máquinas de coser en los Estados Unidos alcanzó pronto grandes proporciones, y no tardó en propagarse á Europa, desarrollándose más especialmente en Alemania, donde tiene todavía mayor importancia que en Francia é Inglaterra. El año 1855 se había implantado ya dicha industria en Leipzig, fabricándose principalmente pesadas máquinas para sastres, zapateros, etc., con arreglo al sistema de Singer; poco después se inició en Berlín y Hamburgo la fabricación de máquinas de coser del sistema de Weeler y Wilson, y la industria tomó nuevo impulso en 1863, cuando la Compañía Singer empezó á introducir sus productos en Alemania, estimulando la competencia. Desde entonces son muchas las fábricas creadas en este país, mereciendo citarse las de Seidel y Naumann, y de Mueller en Dresde; Wertheim, en Francfort; Pfaff, en Kaiserslantern; Frister y Rossmann, en Berlín, y Gruhl y Harbeck, Dreyer, Lippmann y Linol, en Hamburgo, que producen máquinas de diversos sistemas, aunque principalmente de los de Singer y Wheeler y Wilson. Estos son también los que más se construyen en Austria, Francia é Inglaterra; pero en este último país constituye además una especialidad la máquina inglesa llamada de cilindro, que hoy se emplea mucho en la zapatería, y que construyen los fabricantes Bradbury y compañía, de Oldham, Jones y compañía, de Manchester, y en los últimos años, también varias casas alemanas. En Italia, España y Rusia y demás países europeos no nombrados, la fabricación de las máquinas de coser carece de importancia; únicamente la pequeña Dinamarca constituye una excepción, pues en Copenhague y algunas poblaciones de provincias se encuentran fábricas de relativa consideración, que producen principalmente máquinas movidas á mano, del sistema de Singer.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LAS MÁQUINAS DE COSER

Salvo los importantes elementos de la aguja con ojo en la punta y la lanzadera, cuyo invento corresponde á Hunt y Howe, los principios en que se funda la construcción de todas las diversas máquinas de coser hoy empleadas, pertenecen á los cuatro sistemas de Singer, Wheeler y Wilson, Grover y Baker, y Wilcox y Gibbs. Respecto de la puntada, se reducen á tres estos cuatro sistemas, distinguiéndose el punto de cadeneta sencillo, es decir, formado con un solo hilo; el punto de cadeneta doble, que se forma con dos hilos, y el punto acolchado doble que, como indicamos antes, es el que goza hoy de mayor aceptación. En las máquinas de coser de todos estos sistemas, la acción de la aguja es esencialmente la misma: dotada, mediante un mecanismo, de un rápido movimiento de vaivén en sentido vertical, la aguja, al bajar, atraviesa la tela con el hilo doblado, previamente enhebrado en el ojo que se encuentra cerca de la punta; al subir la aguja, el hilo, merced al rozamiento con la tela, queda un momento parado, formando un pequeño lazo, y sólo después de asegurado éste en la cara inferior de la tela se atiranta el hilo á impulso de la aguja en la última parte de su carrera ascendente, quedando afirmado el punto. Por consiguiente, las diversas máquinas de coser, ó, mejor dicho, los diversos sistemas de las mismas, sólo se diferencian entre sí, esencialmente, por el mecanismo destinado á sujetar ó asegurar el lazo formado por el hilo en cada puntada. Otras diferencias de menor entidad están determinadas por los usos especiales á que se destinan las máquinas: por ejemplo, en la mayor parte de las construídas para los trabajos más duros de la zapatería, guarnicionería, sastrería, etc. (véanse las figuras 716, 719 y 722), el movimiento de la aguja está determinado por una excéntrica ó pieza análoga, fija en el extremo de un árbol giratorio que se halla situado horizontalmente en un brazo rígido, mientras que en muchas máquinas destinadas á trabajos ligeros de la costura (véanse las figuras 708 y 709), la aguja está fija en la extremidad de una palanca relativamente ligera, á la que se imprime el movimiento respectivo, parecido al de un martillo cuyos golpes se suceden con gran rapidez y poca amplitud; en este caso la aguja, al bajar y subir alternativamente, describe un pequeño arco de círculo, razón por la cual se le da una forma ligeramente encorvada, mientras que en el caso anterior la aguja es recta. Con arreglo á estas dos disposiciones, se distinguen máquinas de rueda y máquinas de palanca.

Sentadas estas bases generales, vamos á considerar más de cerca la parte esencial de los diferentes sistemas referidos, ó sea el mecanismo destinado á formar el punto; y empezaremos por las máquinas que trabajan con un hilo

único, pasando luego á las más importantes que forman los puntos con dos hilos dintintos.

Máquinas de coser con un hilo.—Son las correspondientes al sistema de *Wilcox y Gibbs* (fig. 708), y su construcción es relativamente muy sencilla. Mientras que en ellas el lacito ya referido se forma de la misma manera que en las demás máquinas de coser, la sujeción del punto sólo puede verificarse por el enlace de un lacito con el que le precede, formándose el conocido punto de cadeneta, tal como se produce en la labor de crochet. Al subir la aguja, después de atravesar la tela con el hilo, un ganchito situado por debajo coge el lacito y lo sujeta, mientras que la tela se desliza un corto espacio correspondiente al largo de un punto; de este modo queda el lacito extendido horizontalmente debajo de la tela, y al atravesar ésta la aguja por segunda vez, pasa con el hilo por medio de aquél, formando otro lacito que coge el ganchito enseguida soltando el primero, y así sucesivamente. Las señoras saben muy bien que la costura formada de este modo no es muy segura, pues cuando el hilo se rompe en alguna parte, se deshace en seguida aquélla en cierta extensión; sin embargo, el punto de cadeneta es admisible, tratándose de costuras ligeras de adorno, por el bonito efecto que produce, y por esto las máquinas del sistema de Wilcox y Gibbs se emplean más especialmente en el adorno de guantes, calzado de señoras, gorras, corbatas y objetos por el estilo, aplicándose también con ventaja á la unión provisional de las piezas de tela sometidas á la estampación, y la aplicación de adornos sueltos sobre vestidos, en vista de la rapidez con que trabaja. Nuestros lectores se formarán una idea de esta velocidad sabiendo que en la Exposición vienense de 1873 una máquina de Wilcox y Gibbs, movida á vapor, ejecutaba de 4.000 á 5.000 puntadas por minuto, lo que representa una costura de seis metros en igual tiempo.

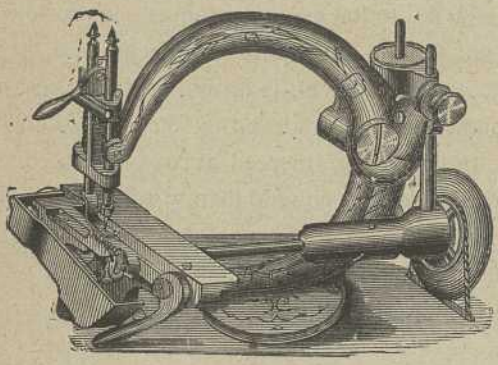


FIG. 708.—Máquinas de coser de Wilcox y Gibbes.

Máquinas de coser con dos hilos.—Las costuras que se obtienen con estas máquinas son mucho más sólidas y duraderas que las que resultan con un solo hilo; pero no se producen todas de la misma manera, sino que hay que distinguir, en principio, el punto dicho de cadeneta doble y el llamado acolchado doble. El primero es especialidad del sistema de Grover y Baker, mientras que el segundo se produce con arreglo al sistema de Wheeler y Wilson, ó bien según el de Howe y congéneres.

El punto acolchado doble se forma pasando el hilo superior, ó hilo de coser, mediante la aguja, á traves de la tela, y asegurando el lacito resultante debajo de ésta, por medio de otro hilo llamado de sujeción, el cual se halla arrollado sobre una pequeña canilla que se hace pasar á traves de aquél. El hilo inferior sujeta, pues, el lacito del superior, obrando de la misma manera que el pasador de un cerrojo; si bien, cuando durante el cosido los dos hilos se atirantan uniformemente como es debido, el inferior no se extiende en línea recta á través de los lacitos consecutivos, sino que resulta como enlazado con el superior, de la manera indicada en la fig. 713. En cambio, en el punto de cadeneta doble, el lacito formado mediante la aguja con el hilo superior, resulta cogido debajo de la tela por un ganchito, en tanto que se introduce en él el

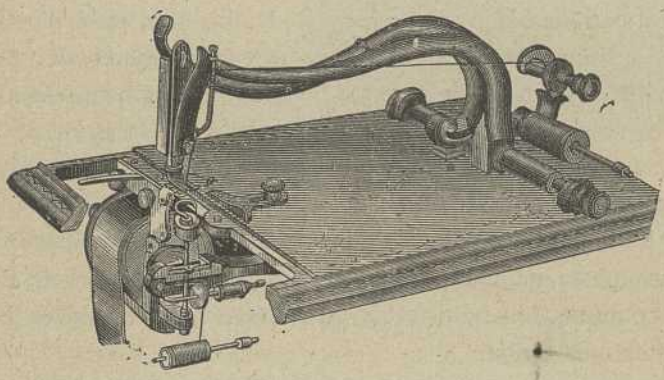


FIG. 709.—Máquina de coser de Grover y Baker.

hilo inferior en forma de otro lacito, á través del cual pasa la aguja en su carrera siguiente, produciéndose el enlazamiento especial que muestra la fig. 710.

De los dos puntos referidos, el acolchado merece desde luego la preferencia sobre el de cadeneta doble; pues aparte de que este último es menos seguro que aquél, aunque no se deshace con la misma facilidad que el de cadeneta simple, necesítase, para formarlo, una cantidad relativamente grande de hilo, ó sean de cinco á seis metros por cada metro de costura; mientras que con el punto acolchado sólo se necesitan de 2,5 á 3 metros, y con el de cadeneta simple de 3,5 á 4. Esta circunstancia es muy digna de tenerse en cuenta tratándose del cosido con hilo de seda, relativamente muy caro. Además, y merced á la complicación del enlazado, la costura de cadeneta doble forma en un lado de la tela como un cordoncito abultado ó saliente, que se halla expuesto al desgaste y es también impropio para determinadas clases de labor; y en general puede decirse que el punto de cadeneta doble es más á propósito para costuras de adorno que para las ordinarias. No es extraño, pues, que este punto haya caído casi completamente en desuso, sustituyéndolo en todas partes el punto acolchado doble.

La máquina de *Grover y Baker* (fig. 709) se diferencia esencialmente de las de otros sistemas, por el elemento especial necesario para formar el punto de cadeneta doble, y es la llamada aguja circular. Poco después de dar á conocer su invento, tuvo Howe un concurrente en la persona de *Judkins*, que, para pasar el hilo de sujeción por los lacitos del de coser, empleaba una segunda aguja, dispuesta horizontalmente en lugar de lanzadera. El principio de Grover y Baker es una modificación del de Judkins, y la aguja inferior, en vez de ser recta, es encorvada de la manera que indica en la fig. 711: el hilo de sujeción *m*, arrollado sobre un carrete, como se ve bien en la fig. 709, pasa por un ojo de la aguja en *l*, se sitúa en una ranura *i*, que tiene la misma en su borde exterior y sale por otro ojo, *K*; cada vez que la aguja superior atraviesa la tela formando el correspondiente lacito con el hilo de coser, la aguja circular da tres cuartos de vuelta, pasando el hilo de sujeción por dicho lacito, y produciendo el punto especial dicho de cadeneta doble, que, como indica la fig. 710, se parece por un lado al acolchado y por otro al de cadeneta. Pero no nos detendremos más en esta máquina, porque ha cesado ya la fábrica de Grover y Baker, y son contados los fabricantes que siguen construyéndola, por las razones expuestas más arriba.

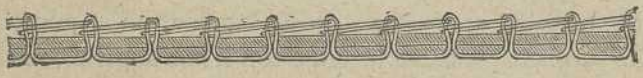


FIG. 710.—Punto de cadeneta doble.

Las máquinas que producen el punto acolchado doble (fig. 713), que es el más duradero y el que más se parece al punto ordinario de mano, corresponden á los sistemas de *Wheeler* y *Wilson* y *Howe*, representado este último por Singer; y nótese que no concedemos el lugar preferente á Singer, porque su máquina, en cuanto se refiere al principio esencial de la formación del punto, es una imitación de la de Howe, diferenciándose sólo de ésta en la manera de producir los movimientos de la aguja y la lanzadera. Mientras que Howe movía estos dos elementos por medio de excéntricas cilíndricas situadas debajo de la platina de coser, Singer produce el movimiento de la lanzadera mediante una cigüeña, y el de la pieza portaaguja por un pequeño disco en forma de corazón, que gira á impulso de una excéntrica en el extremo del eje motor; disposición que se designa con el nombre de corazón de Singer.



FIG. 711 —Aguja encorvada de la máquina de Grover y Baker.

La máquina de Wheeler y Wilson (fig. 712) difiere esencialmente de la de Howe ó Singer, en que el carrete ó canilla *k*, sobre el cual está arrollado el hilo de sujeción, no se halla situado en una lanzadera, sino que permanece en un punto fijo, mientras que el lacito formado con el hilo de coser es cogido

por una pieza anular especial, llamada "asidor„ *f*, y llevado sobre el carrete; éste no recibe movimiento propio, salvo la rotación periódica producida por el desarrollo del hilo de sujeción. Otra diferencia notable consiste en el modo de moverse la aguja; mientras en las máquinas de lanzadera ésta es recta y se sujeta en la parte inferior de una pieza resbaladiza que va y viene en sentido vertical y perfectamente rectilíneo, en la de Wheeler y Wilson la aguja se fija en el extremo libre de una palanca móvil (fig. 712 *a*), en cuyas oscilaciones toma parte, describiendo, por lo mismo, al subir y bajar, pequeños arcos de círculo; por esta razón, como dijimos antes, la aguja tiene que ser ligeramente encorvada, á fin de que pueda atravesar la tela con mayor facilidad y sin desviarla.

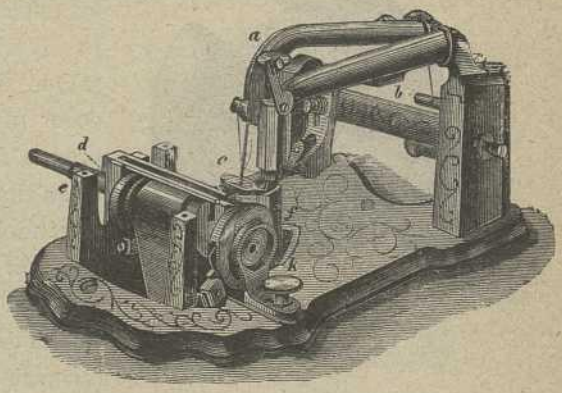


FIG. 712.—Máquina de coser de Weeler y Wilson.

La aguja encorvada constituye un inconveniente de la máquina de que tratamos, pues resulta claro que es mucho más expuesta á doblarse ó á romperse que una aguja recta, y por esto todas las máquinas destinadas á coser el paño, el cuero y, en general, los materiales resistentes, y que emplean más especialmente los sastres, zapateros, guarnicioneros, etc., se construyen hoy con arreglo al sistema de lanzadera. En cambio, y merced á la mayor sencillez en la transmisión de los movimientos, el sistema de Wheeler y Wilson ofrece la ventaja de una marcha más rápida, y sobre todo menos ruidosa que la de las máquinas de lanzadera; por lo mismo, halló desde luego, y sigue hallando, buena acogida en el público, aplicándose más especialmente al cosido de ropa blanca y telas ligeras, labores que pueden ejecutarse mediante la máquina de pedal, con una velocidad de 1.200 á 1.500 puntadas por minuto. Es verdad que el asidor y su carrete, de construcción tan ingeniosa, reclaman bastante cuidado y destreza de parte de la persona que usa la máquina, si ésta ha de funcionar bien, y ello puede aducirse como inconveniente del sistema, si bien desaparece con la práctica.

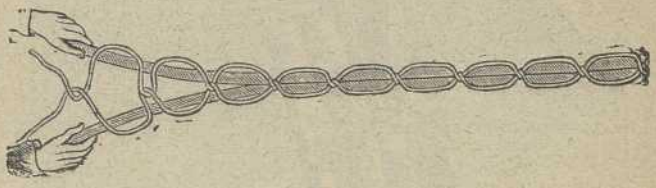


FIG. 713.—Punto acolchado doble.

La fig. 714 muestra la construcción, y al mismo tiempo la acción del *asidor* de Wheeler y Wilson, pieza que consiste en un gancho anular de acero, dentro del cual se halla el carrete metálico. La forma exterior de éste es la de una lente biconvexa, componiéndose de dos platillos unidos en el centro y entre los cuales se arrolla el hilo de sujeción. Por el grabado se ve cómo la punta del asidor *5* coge el lacito *4* del hilo de coser formado por la aguja, y se comprende fácilmente que, al girar aquella pieza hacia la derecha, estira el lacito, llevándolo por delante sobre el hilo de sujeción *7*, hasta dejarlo en la posición indicada por los números *3* y *6*. A cada vuelta del asidor se encuentran en vía de formación dos puntos: el lacito que corresponde al primero, al llegar al punto señalado con el *3* en el grabado, es detenido un instante por el pequeño cepillo *1*, mientras que el asidor coge el lacito correspondiente al segundo punto y que se ha formado en el interior; en seguida se atiranta el hilo de coser, afirmando el primer lacito sobre el hilo de sujeción y quedando formado el primer punto de la costura consabida, ó sea la representada en la figura 713. Este mecanismo no produce una costura tan apretada como la que resulta con la lanzadera, y por lo mismo no es á propósito para el cosido de materiales gruesos ó duros; en cambio es muy conveniente para toda clase de ropa blanca. Diremos, por último, que en la máquina de Wheeler y Wilson la tela se desliza de izquierda á

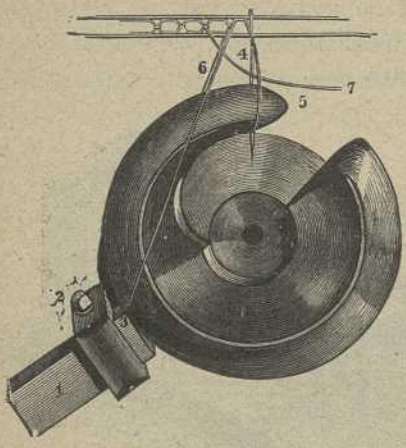


FIG. 714.—Asidor de la máquina de Weeler y Wilson.

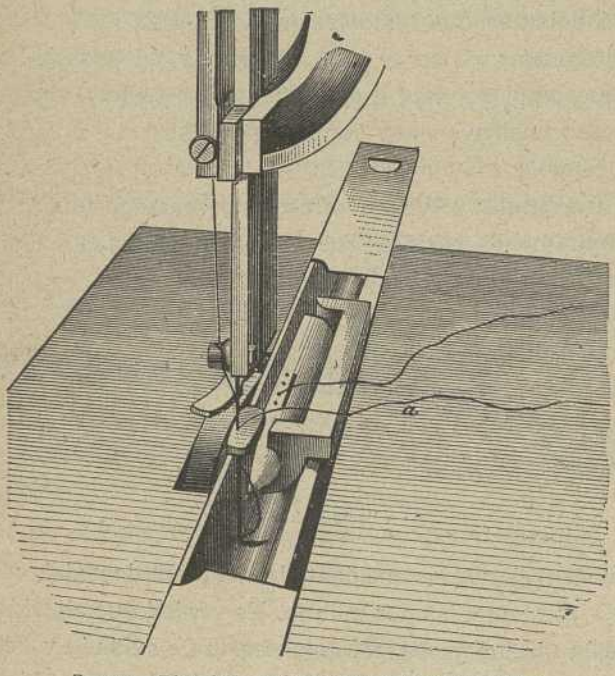


FIG. 715.—Disposición de la lanzadera en la máquina Singer.

derecha, ó sea en el sentido longitudinal de la mesa; mientras que en todas las demás máquinas de coser la tela avanza en la dirección transversal.

En las máquinas de *Howe* y *Singer*, el punto acolchado doble se produce, como hemos dicho, por medio de una pequeña lanzadera de acero (fig. 716), cuya acción, en unión con la de la aguja, explica claramente la fig. 717. En este grabado, la aguja sujeta la pieza resbaladiza correspondiente, y que pasa por el agujero de una pequeña plancha que le sirve de guía, está repretada en el momento de empezar su carrera ascendente, es decir, cuando se aparta de ella el hilo de coser *a*, formando un lacito; á su lado aparece la lanzadera recostada sobre un lado, ó sea con su lado abierto aplicado contra la pared lisa de la cajita prolongada en que funciona, y mantenida en esta posición por una pieza de forma especial, el propulsor, que determina su rápido movimiento de vaivén á impulso de una palanca oscilante, que se ve en el grabado; en el interior de la lanzadera, como nuestros lectores comprenden, se encuentra la correspondiente canilla con el hilo de sujeción, como indica la fig. 716. En este estado, y al ponerse la máquina en movimiento, la lanzadera se desliza por delante de la aguja, pasando completamente á tráves del lacito formado por el hilo de coser, y quedando como ensartado el hilo de sujeción; siguiendo la aguja su carrera ascendente, se encoge el lacito y el punto queda afirmado, mientras la lanzadera vuelve hacia atrás; en seguida baja otra vez la aguja, se forma otro lacito á través del cual torna á pasar la lanzadera, y así sucesivamente á razón de 500 á 600 puntadas por minuto. La costura que se produce de este modo necesita tener la forma indicada en las figuras 713 y 717; es decir, que los puntos de enlace de ambos hilos deben quedar como hundidos en medio de la tela, ofreciendo la costura el mismo aspecto en las dos caras de aquélla; para esto es preciso que ambos hilos estén igualmente atirantados, condición que debe ser objeto del cuidado por parte del que maneja las máquinas. Al efecto, y por cuanto se refiere al hilo de coser, la pieza resbaladiza que lleva la aguja está provista de un muellecito ajustable, mediante el que se puede aumentar ó disminuir la tirantez de dicho hilo; mientras que la del hilo de sujeción se regula por medio de las dos hendeduras laterales, *c* y *d*, y los aguje-

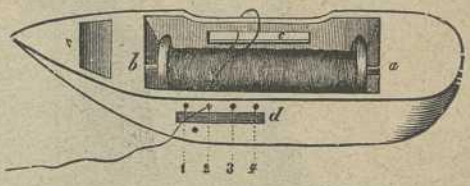


FIG. 716.—Lanzadera.

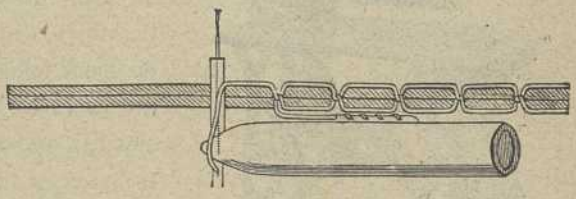


FIG. 717.—Formación del punto acolchado doble.

ros 1, 2, 3 y 4 de la lanzadera (véase la fig. 716), haciendo pasar el hilo, al desarrollarse la canilla, por uno ó más de estos, con lo cual varía, naturalmente, el rozamiento. Todas las máquinas de coser contienen un prensador, ó sea una lámina encorvada de hierro en forma de horquilla (véanse las figuras 708 y 709), destinado á sujetar la tela debajo de la aguja al tiempo de hacerse la puntada. Otro mecanismo accesorio indispensable es el que determina la traslación de la tela á medida que adelanta el cosido, y que en lo fundamental consiste en una ruedecita ó una planchita oscilante, cuya superficie áspera asoma un poquito sobre el nivel de la mesa y obliga á la tela á avanzar cuando se levanta momentáneamente el prensador. En la fig. 708 se ve con claridad dicho elemento mecánico en forma de una planchita erizada de dientecitos; en cambio, en la figura 715 tiene forma de rueda, cuya periferia asoma inmediatamente detrás de la aguja.

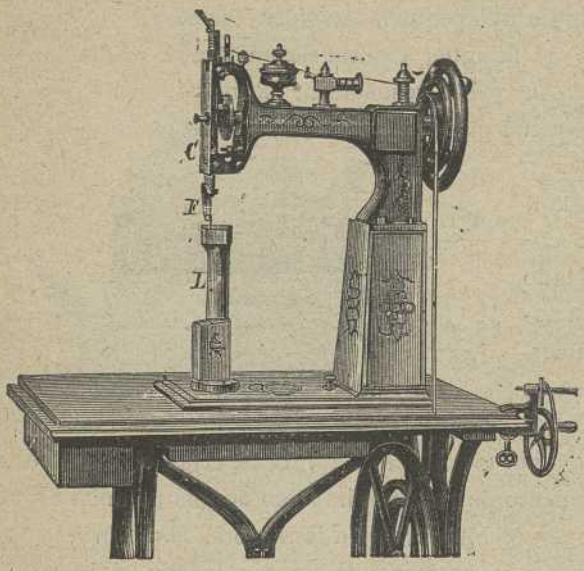


FIG. 718.—Máquina de columna



FIG. 719—Máquina de cilindro.

Las máquinas destinadas al cosido de objetos huecos se diferencian de las de coser telas planas, en que el mecanismo de la lanzadera y sus accesorios no se sitúa por debajo de una mesa, sino en un cuerpo más ó menos independiente que se eleva sobre el nivel de ésta, y cuya forma responde en cierto modo á la del objeto que se trata de coser. En la fabricación de calzado se emplean hoy comunmente la llamada máquina de columna (fig. 718), y la dicha elástica ó de cilindro (fig. 719). La primera tiene de una columnita, *L*, que sirve de apoyo para el zapato, y en cuya parte superior funciona la lanzadera con el hilo de sujeción; mientras que la parte principal

de la máquina se halla elevada al nivel correspondiente sobre una sólida base, funcionando la aguja *F* de la manera usual en las máquinas de brazo fijo. En la máquina de cilindro (fig. 719), el mecanismo de la lanzadera se encuentra en el extremo de un brazo horizontal, semicilíndrico, que se extiende á cierta

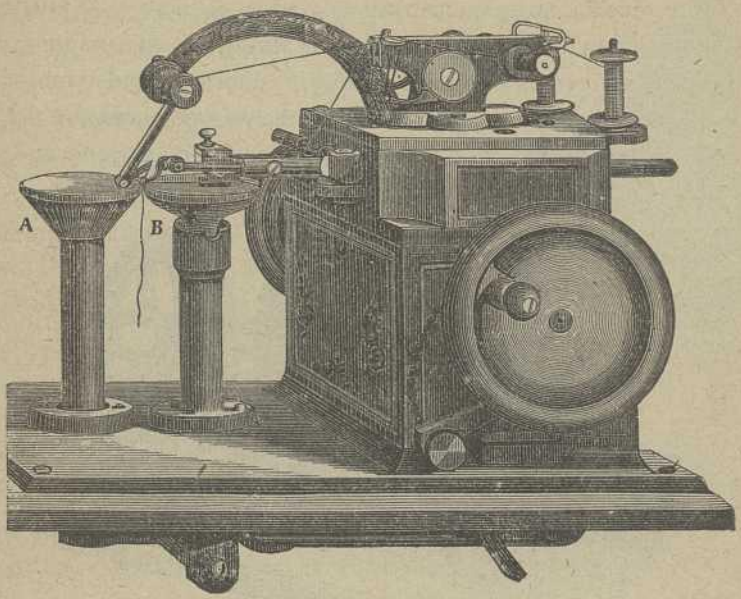


FIG. 720.—Máquina de coser, para guantes.

altura sobre la mesa y por debajo del brazo principal. Las máquinas destinadas á los trabajos del guarniciero son de construcción aún más sólida, y se dotan de las ruedas de engrane necesarias para disminuir la velocidad, pues con un material tan resistente como el cuero, no se puede trabajar tan de prisa. Además, su aguja tiene las proporciones de una pequeña lezna, una punta también análoga, es decir, prismática, aplanada y de dos filos muy cortantes, con el ojo atravesado de filo á filo. En la fabricación de guantes se emplean máquinas de construcción esencialmente distinta de las antes referidas, como indica la figura 720: las partes del guante que se quieren unir pasan entre los dos discos giratorios *A* y *B*; la aguja produce las puntadas en el punto donde se juntan ambos discos, y la lanzadera oscila detrás de ella con el hilo de sujeción; además, una palanquita de forma especial lleva cada vez el hilo de coser de uno á otro lado del material, de modo que se produce el llamado punto por encima. Para el cosido de sacos ha inventado el inglés *Laing* la aguja espiral (fig. 721), que tiene una

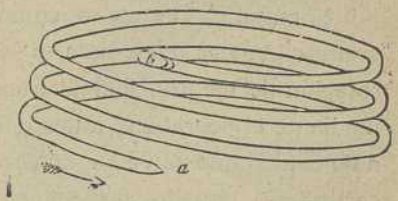
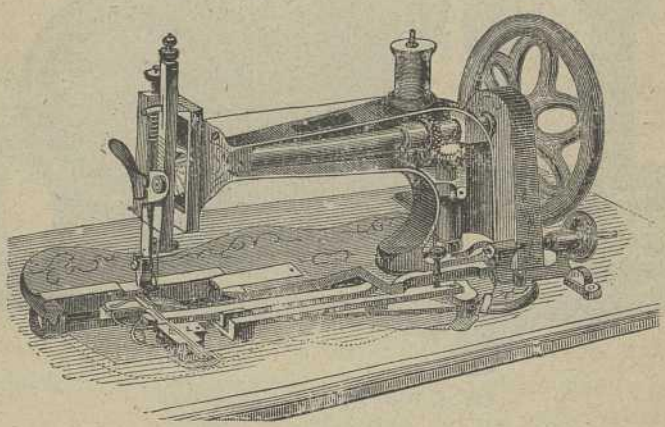


FIG. 721.—Aguja espiral, para coser sacos.

punta en *a*, y en el extremo opuesto un ganchito *b*, que sujeta el hilo ó bramante; este instrumento se va como enroscando en la tela á medida que éste pasa delante de él y arrastra tras sí el hilo.

La máquina de coser que hoy goza de mayor aceptación, tanto para el uso casero como en las industrias, es la de Singer; pues, merced á su construcción relativamente sencilla, se aprende con facilidad su manejo, y se puede emplear con los materiales más diversos. La fig. 722 reproduce esta máquina de modo que se vean las diferentes partes de su mecanismo. El impulso motor parte de un pedal que, con la biela y polea correspondiente,s se encuentra debajo de la mesa, como en la fig. 719, y se transmite mediante una correíta que, resguar-



F.G. 722.—Máquina de cos r de Singer, para usos domésticos.

dada por una caja metálica en la parte superior de la mesa, pasa en torno de una pequeña garrucha fija en el eje principal de la máquina. Para la mayor regularidad del movimiento, tiene dicho eje un pequeño volante; y si éste se provee de una manezuela excéntrica, se puede suprimir la correa y el mecanismo del pedal, y mover la máquina á mano con la mayor facilidad; semejantes máquinas de mano, como saben nuestros lectores, se pueden colocar sobre una mesa cualquiera, y se emplean mucho en las casas particulares. La rotación del eje principal determina, en primer lugar, el movimiento de la aguja, mediante el "corazón„ antes referido; pero además, y por medio de un engranaje cónico que se ve en nuestro grabado, dicho eje hace girar también otro secundario, situado verticalmente, y que en su parte inferior tiene un disco y una cigüeña; éstos son los elementos que, mediante un sistema de palancas situado en la base de la máquina, hacen funcionar la lanzadera y la pieza destinada á hacer avanzar la tela. Por medio de un botón que se ve en un extremo de una de las palancas, puede variarse la posición de ésta, y, por ende, la amplitud de las oscilaciones de la pieza última referida; de modo que, según

los saltitos mayores ó menores que da la tela al pasar por debajo de la aguja, se obtienen puntos más largos ó más cortos, con arreglo á las exigencias de la labor. En la parte superior del brazo que encierra los ejes referidos, y que en el grabado aparece abierto para que se vea el mecanismo, se levanta una clavija, sobre la que se coloca el carrete del hilo de coser; cuando funciona la máquina, se extiende este hilo desde el carrete al cuerpo anterior de dicho brazo, y guiado convenientemente, baja á buscar el ojo de la aguja, sufriendo de paso la presión del muellecito referido antes, destinado á regular su tirantez.

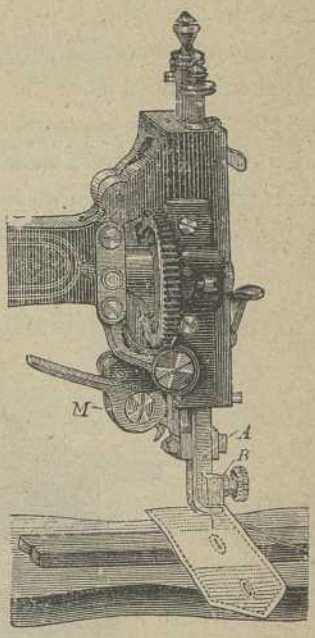


FIG. 723.—Aparato para coser ojales.

Tanto la máquina de Singer como las de Wheeler y Wilson, y de Gibbs, se construyeron desde el principio con arreglo á planes tan bien pensados que, para los usos ordinarios apenas han sufrido modificación alguna. Unicamente tratándose de trabajos especiales ha sido necesario introducir cambios en la construcción, á fin de ensanchar, digámoslo así, el campo del cosido mecánico. Así es que, aparte de las máquinas especiales ya referidas, para la fabricación del calzado y guantes, existen otras para coser la cinta que forma el ribete en el ala de los sombreros, volviendo éstos automáticamente; para coser sacos y velas, y unir piezas de fieltro, cuyo grueso reclama una carrera más amplia de la aguja. Entre las innovaciones más recientes se cuentan: las máquinas para guarnicionería y zapatería, que trabajan con hilo embreado, y tendremos ocasión de describir en otro capitulo de este tomo; una de coser pliegos y cuadernos, debida á Singer, y destinada á los encuadernadores; otra de Singer que produce costuras en zigzag, y se destina al adorno de prendas de vestir; y, por último, la máquina de coser alfombras. Ésta, que también se debe á dicho fabricante, se diferencia de las máquinas de coser ordinarias en que produce el llamado punto por encima, y se traslada, en unión con el operario, á lo largo de la pieza de tela, mientras ésta permanece fija; al efecto, la máquina se halla montada sobre ruedas y carriles, y tiene un asiento para

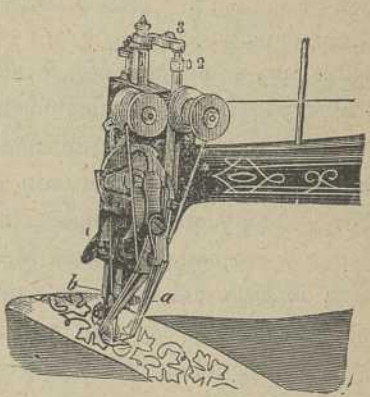


FIG. 724.
Aparato para bordar con la máquina de coser.

el que la maneja; el movimiento de la aguja, lanzadera, etc., se produce por medio de un pedal que, mediante una rueda dentada y una cremallera en uno de los carriles, determina la traslación del conjunto hacia atrás, á medida que adelanta el cosido.

Sí, como hemos dicho, son contadas las modificaciones esenciales introducidas en el mecanismo de las máquinas de coser ordinarias, en cambio la inventiva de los fabricantes se ha desplegado en la construcción de diversos aparatos acesorios, á cual más ingeniosos, para formar dobladillos, ribetear, rizar, etc., etc., mediante los cuales se ahorra mucho tiempo en trabajos preparatorios. Semejantes aparatos constituyen, por regla general, pequeñas piezas

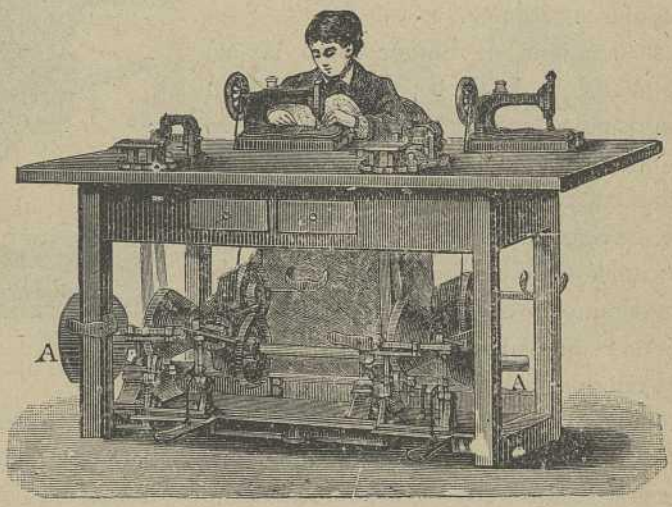
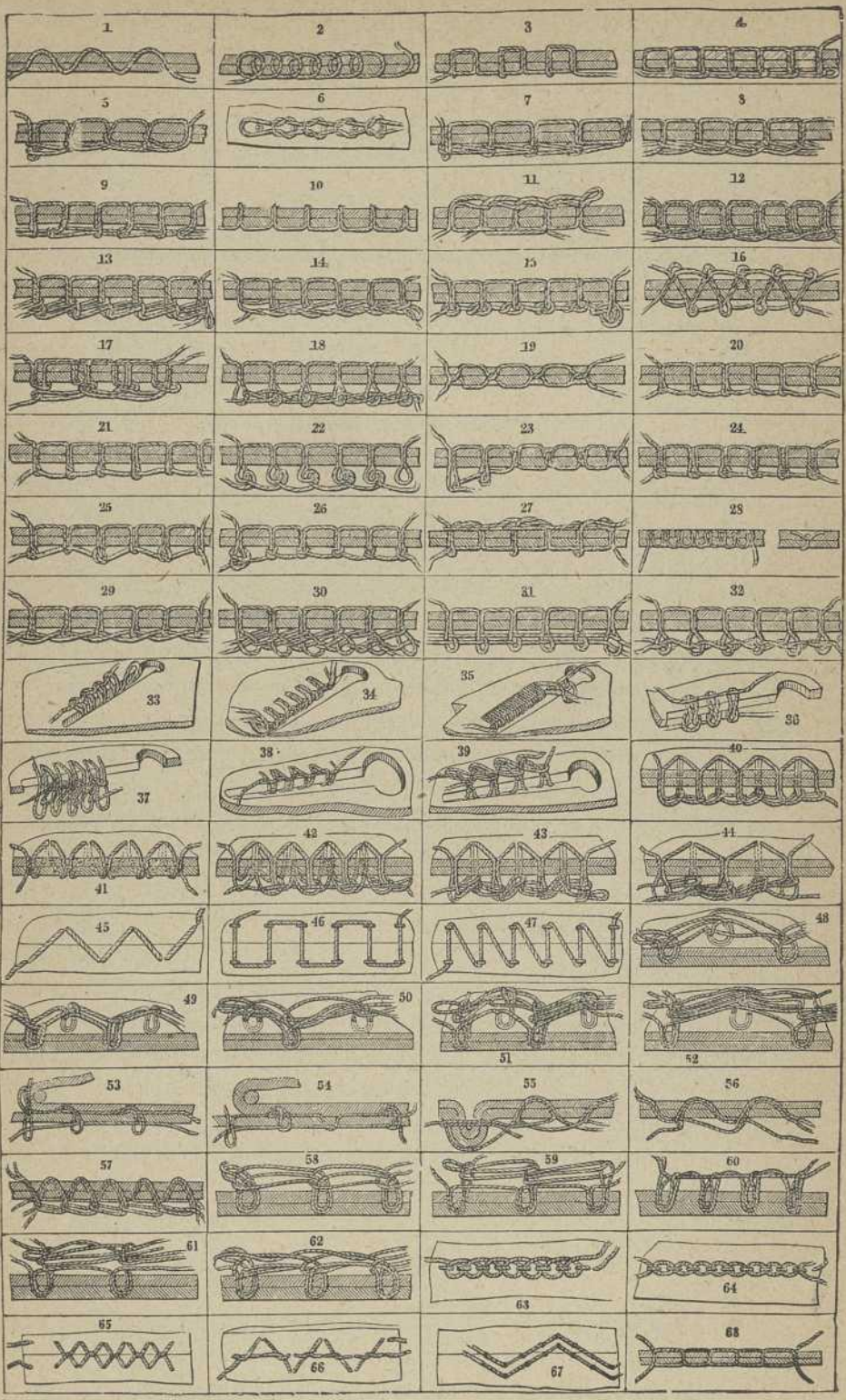


FIG. 725.—Maquinas de coser movidas mecanicamente.

sueltas, que se adaptan con facilidad á la máquina de coser cuando se quiere usarlos; pero los hay también de construcción más complicada, cuya aplicación á la máquina reclama alguna modificación en la cabeza de ésta. Tal es, por ejemplo, el aparato inventado por *Guttmann*, de Berlín, para coser ojales (figura 723), y que se emplea también para formar el punto por encima y un punto especial de adorno. Mediante un engranaje fijo al eje motor, gira la rueda dentada que se ve en el grabado, la cual determina á su vez la acción de un mecanismo especial, que hace que las puntadas de la aguja se verifiquen alternativamente en la tela misma y en el hueco del ojal, pasando el hilo sobre la orilla.

Otros aparatitos ingeniosos del mismo género son los destinados expresamente á formar costuras de fantasía á modo de bordados, con dos hilos de coser, que pueden ser de materiales y colores distintos. La fig. 724 representa uno de estos mecanismos, sujeto á la cabeza de una máquina de coser; pero



Diferentes puntos que pueden hacerse con la máquina de coser.

el invento más reciente de esta clase es el aparato del norteamericano *Smyth*, que encuentra colocación en la parte inferior de la máquina de Singer, y con el cual pueden producirse sesenta costuras de adorno diversas, con sólo variar la posición de determinados tornillos. Por lo demás, nuestra lámina XVI da una idea bien clara de la gran variedad de puntos que se pueden formar con las diversas máquinas de coser, aunque la mayor parte de ellos sólo hallan aplicación en casos especiales.

Respecto de los diversos medios ensayados para mover las máquinas de coser, siguen prevaleciendo el mecanismo de pedal y el volante de mano, porque los pequeños motores de vapor, gas, hidráulicos y eléctricos aumentan considerablemente los gastos, y reclaman más atención que la máquina de coser misma. Sin embargo, el trabajo continuo con los pies resulta perjudicial para la salud, á la vez que el mover la máquina á mano también produce cansancio y ofrece otros varios inconvenientes; por estas razones, y en los establecimientos industriales destinados á la confección de ropas, así como en las fábricas de calzado, donde se emplean muchas máquinas de coser, suelen moverse éstas mediante una máquina motriz común, de vapor, de gas ó eléctrica y el correspondiente mecanismo de transmisión. La fig. 725 representa uno de estos mecanismos, ideado por *Frobeen*, de Berlin, y que responde muy bien á su objeto: las máquinas de coser se disponen en filas sobre una mesa de la longitud necesaria, al pie de la cual se extiende un árbol *A*, que comunica directamente con el motor, ó se hace girar por medio de una correa de transmisión; sobre este árbol, y por debajo de cada máquina de coser, se fija una polea cónica de fricción *B*, mientras que en un eje independiente se suspende otra polea igual, paralela á la primera, pero en posición invertida, que lleva la correíta ó cuerda destinada á mover la máquina. Entre ambas poleas se encuentra un pequeño cilindro de fricción, contra el cual se aplican cuando la costurera deja descansar su pie sobre un pedal, y de este modo el movimiento del árbol motor se transmite á la máquina de coser, sin esfuerzo alguno, parándose ésta con sólo quitar el pie. La velocidad de la marcha se puede variar á voluntad, corriendo el pequeño cilindro de fricción hacia un lado ú otro, antes de juntar las dos poleas cónicas; lo cual se verifica sencillamente con una rodilla, mediante una ligera palanca provista de una horquilla, que se ve también en el grabado.

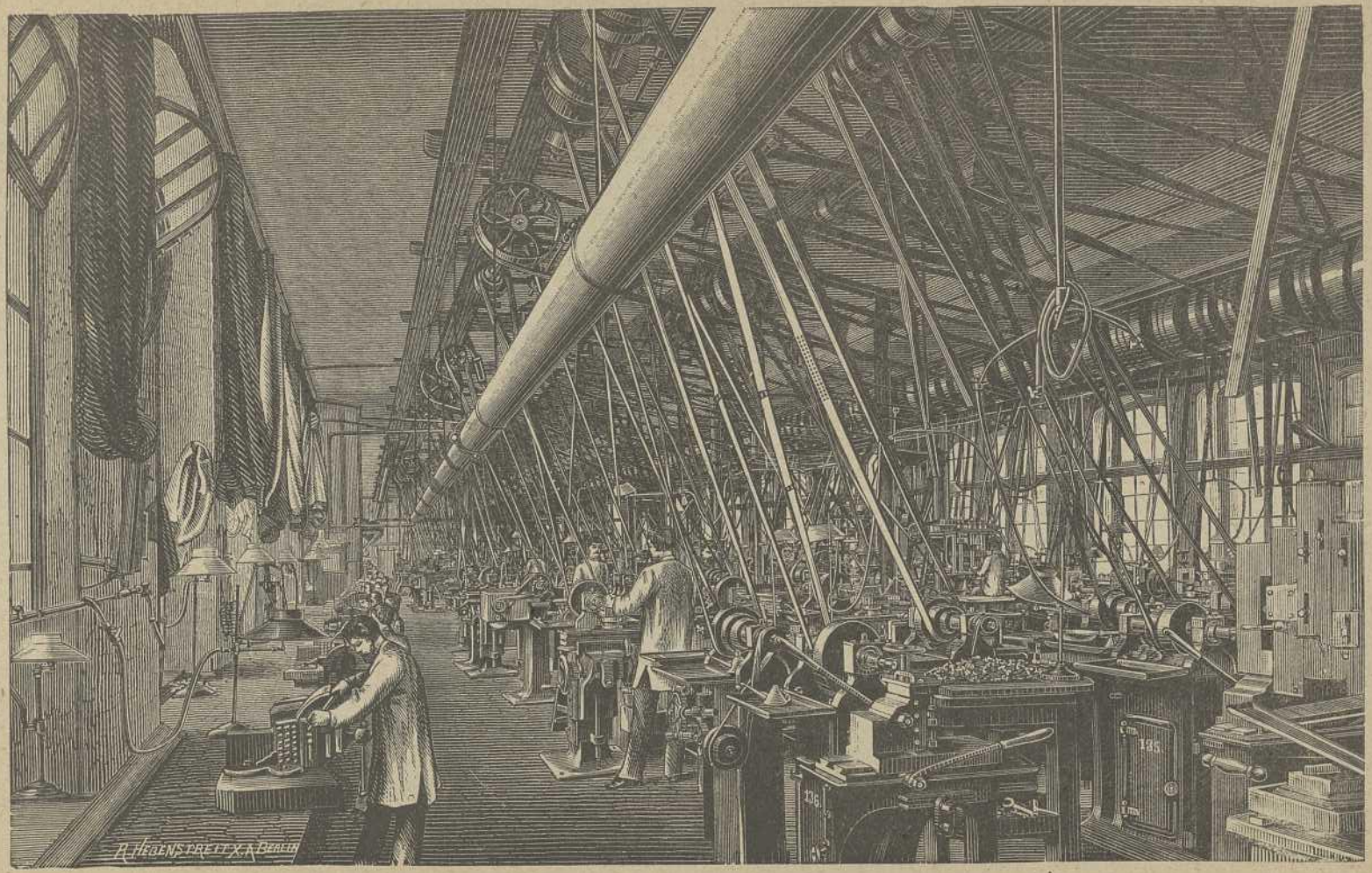
FABRICACIÓN DE LAS MÁQUINAS DE COSER

Dado el número relativamente considerable de piezas de que se compone una máquina de coser, y la forma complicada de algunas de ellas, la fabricación sería muy prolija, si no se contara para ello con ingeniosísimas herramientas mecánicas, encargando á cada una la producción de piezas determinadas,

que se verifica con una rapidez y precisión maravillosas. No podemos entrar en los pormenores de esta importante industria, pero daremos á nuestros lectores algunos apuntes interesantes.

La fábrica más considerable que existe es la de la Compañía Singer, en Elizabethport, cerca de Nueva York, que se estableció en 1873 sobre nueva base, por ser inadecuados los talleres anteriores. Se extiende sobre un solar de 106.000 metros cuadrados; el edificio principal tiene una fachada de 70 metros de largo, y un ala de 310 metros, á la que se unen otros dos edificios de 50 metros cada uno. En estos locales, donde se verifican todos los trabajos relacionados con la fabricación, se encuentran fundiciones de hierro y latón, martinetes y laminadores para la preparación de los materiales; miles de herramientas mecánicas, entre las que predominan las máquinas de fresar, empleadas en la formación de las diversas piezas del mecanismo; talleres de carpintería, pintura y barnizado, y también una fábrica completa de agujas, pues la Compañía referida produce anualmente de 14 á 16 millones de ellas, ó sean las que se necesitan para sus propias máquinas de coser. El montaje de estas últimas tiene lugar en salas especiales, donde se someten todas á una prueba completa antes de empaquetarlas. Seis máquinas de vapor, de 60 á 80 caballos de fuerza, sirven como motores para las demás máquinas empleadas en la construcción, y la fábrica ocupa más de 5.000 operarios, muchos de los cuales trabajan constantemente en los talleres de embalaje, pues todas las semanas se expiden unas 8.000 máquinas de coser á las estaciones y los puertos inmediatos, que comunican con el establecimiento por medio de varias vías férreas. Además de esta fábrica, la Compañía Singer posee otra en Glasgow (Escocia), que emplea unos 1.800 operarios; y la de Wheeler y Wilson, en Nueva York, es asimismo una de las más importantes de su clase.

Pero si, tanto respecto del invento como de la fabricación, debemos mirar á los norteamericanos como nuestros maestros, preciso es confesar que desde 1868 los alemanes, con la ayuda de las ingeniosas herramientas mecánicas procedentes de los Estados Unidos, han llegado á producir excelentes máquinas de coser, introduciendo algunas mejoras en los sistemas americanos. Estos, sin embargo, sirven siempre de norma; y aunque los modelos predilectos siguen siendo los de Singer y de Wheeler y Wilson, se imitan también los nuevos sistemas de White y los llamados "Doméstico„, "Nuevo Howe„ y "Standard„, que han aparecido en los Estados Unidos de diez años á esta parte, y en los cuales la lanzadera se mueve circularmente, y no en línea recta, merced á cuya reforma resulta la construcción más sencilla, aunque á veces con perjuicio de la duración de la máquina. La fábrica de Frister y Rossmann, de Berlín (lámina XVII), que es la más considerable de Alemania, construye actualmente una máquina de coser con lanzadera rotatoria, que se distingue por la poca fuerza que necesita para su manejo.



Fábrica de máquinas de coser de Frister y Rossmann, en Berlín.

En cuanto al desarrollo de la fabricación que nos ocupa, diremos que mientras en la época de 1850 á 1855 apenas se producían en los Estados Unidos 2.000 máquinas de coser al año, en 1876 ya se elevaba la producción á cerca de 600.000, de las que la Compañía Singer fabricaba más de la tercera parte, correspondiendo unas 100.000 á la casa Wheeler y Wilson. Pero desde entonces, el empleo de dichas máquinas se ha ido generalizando tan rápidamente, que las fábricas norteamericanas producen ya millón y medio de ellas cada año. En Alemania la producción anual se eleva hoy al número respetable de 500.000 máquinas, de las que corresponden unas 70.000 á Frister y Rossmann, de Berlín, y 60.000 á Seidel y Naumann, de Dresden.

MÁQUINAS DE BORDAR

Aunque no tienen estas máquinas la importancia técnico-social, digámoslo así, de las de coser, ofrecen otro ejemplo interesante de cómo puede ejecutarse mecánicamente un trabajo que parece ser del dominio exclusivo de la mano; además, su valor industrial es mucho más considerable de lo que es general creer.

La primera máquina de bordar que dió resultados prácticos fué la inventada por *Heilmann*, de Muelhausen, en Alsacia, el año 1829, cuya construcción obedecía al sencillo principio de hacer pasar á través de la tela que se trataba de adornar, primero desde un lado y luego desde el opuesto, una serie de agujas de dos puntas, con el ojo en medio, y provistas del hilo correspondiente. Las mejores máquinas de bordar que hoy se emplean están construídas con arreglo al principio de Heilmann, y pueden considerarse como perfeccionamientos del invento original; de modo que, si bien se notan ciertas divergencias en sus detalles, coinciden en lo esencial con éste, tal como lo reproducimos en la fig. 726.

La superficie sombreada en este grabado representa la tela que se trata de bordar, y que se atiranta verticalmente entre los dos rodillos *G G*, sostenidos en un sólido bastidor de hierro. En ambos lados, ó sea delante y detrás de la tela, se desarrolla un carro porta-agujas, sostenido por el árbol *(L)*, que deslizándose sobre carriles horizontales que no se ven en el grabado, puede aproximarse ó retirarse de la tela, á impulso de un engranaje y una manivela. Cada uno de estos dos carros sostiene cierto número de tenacitas ó pinzas (de 130 á 300), dispuestas en dos series paralelas, y que pueden abrirse ó cerrarse todas á un tiempo, mediante un mecanismo de pedales situado en un extremo de la máquina; están destinadas á coger las agujas y pasarlas á través de la tela. Las agujas, que son de dos puntas, con el ojo en medio, reciben cada una un hilo de 0,75 á un metro de largo, correspondiente á la carrera máxima

que pueden ejecutar los carros. Suponiendo, pues, que todas las agujas están cogidas por las pinzas de uno de los carros, éste, al hacer girar la manivela referida, se aproxima á la tela; al pasar por ella las puntas libres de las agujas, el operario pisa los pedales, con lo cual se abren las pinzas del primer carro, soltando las agujas, mientras que las del segundo carro se cierran, agarrándolas; seguidamente se retira de la tela el segundo carro hasta atirantar los hilos para apretar los puntos, y entonces vuelve hacia la misma, haciendo pasar las agujas en la dirección contraria; al atravesar nuevamente la tela

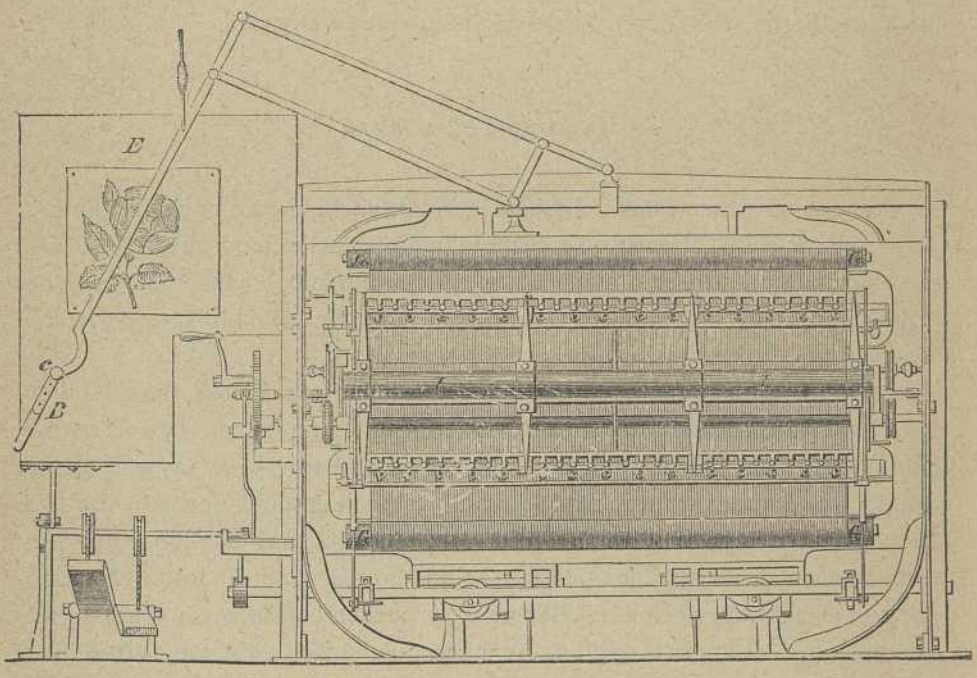


FIG. 726.—Máquina de bordar, de Heilmann.

resultan éstas cogidas otra vez por las pinzas del primer carro, que se retira para apretar los puntos; y así van alternando los carros, hasta que se haya gastado todo el hilo. Al mismo tiempo, y para que se vaya formando el bordado, la tela se traslada después de cada puntada, movimiento que produce el operario por medio de un pantógrafo sujeto á la parte superior del bastidor, y cuya varilla de guía *B*, tiene constantemente en la mano, llevando sucesivamente su estilo *C* sobre las diferentes partes del dibujo-modelo *E*, á medida que adelanta el trabajo. Para facilitar la operación, dicho modelo es seis veces más grande que el dibujo que ha de resultar bordado en la tela, y se reproduce en ésta, en distintos puntos, tantas veces como agujas tiene la máquina. Se maneja ésta generalmente por un hombre, mientras que á una mujer se encomienda el trabajo de cambiar las agujas; pues cuando los hilos ensarta-

dos se van agotando, es preciso parar la máquina para sacar las agujas vacías y sustituirlas por otras ya ensartadas.

Para perforar la tela en los puntos donde, con arreglo al modelo, deben resultar agujeros ó calados, tiene la máquina un aparato especial, consistente en una serie de pequeños sacabocados que, en el momento necesario, entran en juego en lugar de las agujas, practicando cada herramienta el agujero correspondiente en los puntos determinados por el pantógrafo. Hecho esto, se pone fuera de acción dicho aparato, y empieza á funcionar en su lugar

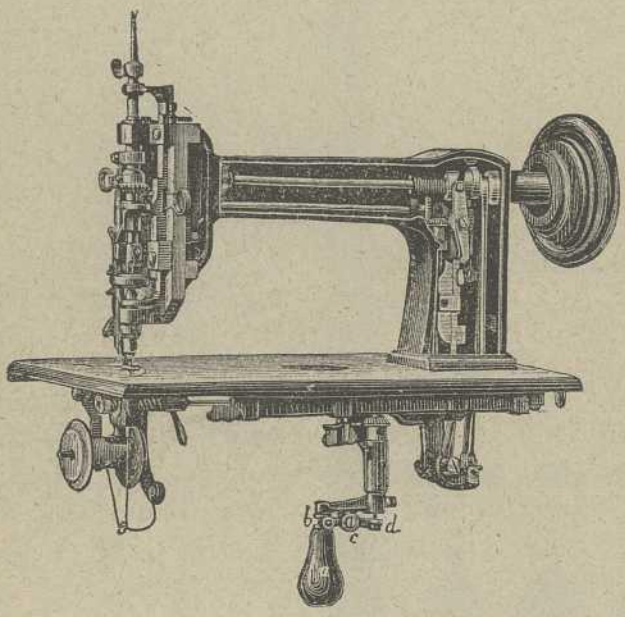


FIG. 727.—Máquina de bordar de Bonnaz.

otro destinado á bordar el contorno de los agujeros, formando puntos como los que aseguran las orillas de los ojales, y que consiste esencialmente en series de horquillas, que corresponden á las agujas, que á cada puntada detienen el hilo, formando un lacito, por medio del cual tiene que pasar la aguja en su carrera de retorno.

Otra máquina de bordar que, por su aspecto general, se parece mucho á la que acabamos de describir, es la llamada de lanzadera, que puede moverse á vapor. Delante de la tela se encuentra un carro con dos series de agujas iguales á las de las máquinas de coser, es decir, con el ojo cerca de la punta, y que trabajan con hilos continuos, ó sea de largo indeterminado, arrollados sobre carretes. En el lado opuesto de la tela se hallan dispuestas otras tantas lanzaderas que, provistas del correspondiente hilo de sujeción, desempeñan el mismo papel que en la máquina de coser del sistema de Howe. La tela misma

se mueve, como en el caso anterior, por medio de un pantógrafo, cuyo estilo recorre un dibujo-modelo. Semejantes máquinas bordan de seis á diez veces

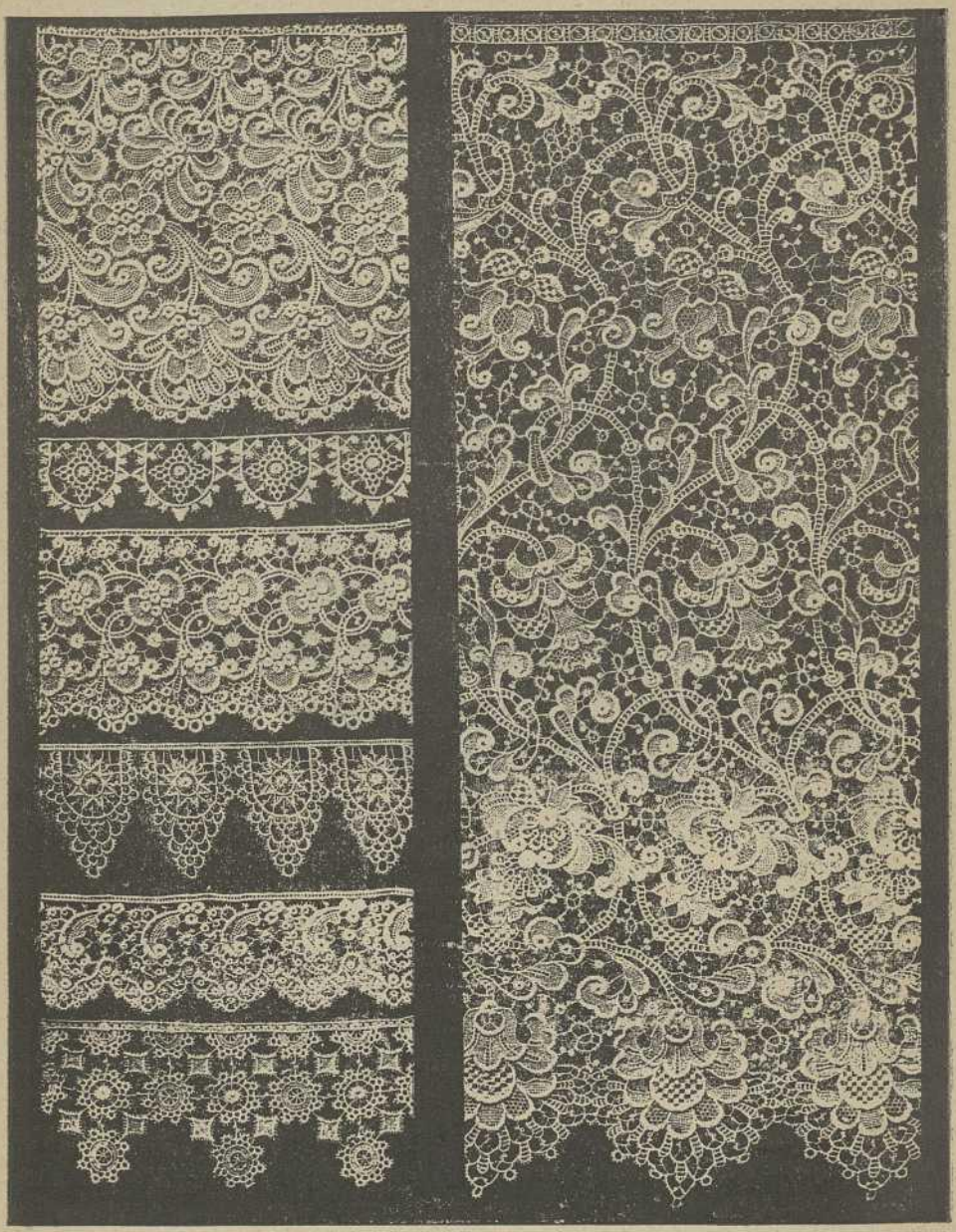


FIG. 728.—Encajes hechos con la máquina de bordar.

más rápidamente que las del sistema de Heilmann; pero producen siempre labores de clase inferior, y no pueden competir con éstas, salvo en el ahorro de tiempo.

Una maquinita de bordar que se emplea mucho en la industria casera es la inventada en 1886 por el francés *Bonnaz*, y que, como indica la fig. 727, recuerda, por su forma general, la de coser de Singer. La aceptación de que goza la debe precisamente á esta forma compendiosa y su relativa baratura, unidas al hecho de que trabaja con rapidez (1.800 puntadas por minuto) y produce labores tan buenas, por lo menos, y mucho más variadas, que las obtenidas con la máquina de lanzadera, pudiéndose aplicar, como ésta, al bordado

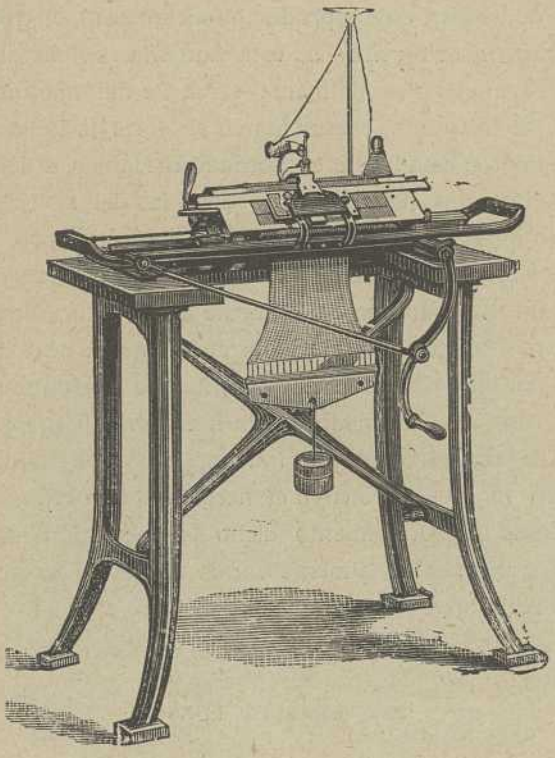


FIG. 729.—Máquina de punto, de Laue.

de superficies grandes. Su aguja, á la que se imprime un movimiento de vaivén en sentido vertical, mediante un pedal y la correspondiente polea y correíta de transmisión, termina inferiormente en un ganchito, en torno del cual, al atravesar la tela, se enlaza el hilo, á impulso de un mecanismo especial situado por debajo de la mesa; al subir, la aguja arrastra el lacito, pasándolo á través del que se formó en la puntada anterior. El movimiento del mecanismo referido, la inclinación variable de la aguja, así como la traslación debida de la tela, se determinan mecánicamente por medio del manubrio *a-d*, que se ve en el grabado; mientras que con la ayuda de varios aparatitos accesorios, se puede obtener una diversidad de labores bastante grande. Otras máquinas de bordar con agujas de gancho se construyen actualmente con arreglo

al sistema inglés de *Duncan;* y mencionaremos, por último, las máquinas especiales de bordar sobre tules, inventadas por los ingleses *Heatschcont* y *Gibbons*, así como un aparato destinado al mismo objeto, que se puede aplicar á las máquinas ordinarias de bordar, y que se debe á los constructores parisienses *Férouelle*, *Saphore* y *Gillet*.

El bordado mecánico constituye hoy en varias comarcas europeas una industria de consideración; en catorce cantones de Suiza encuentran ocupación constante en ella de 50.000 á 60.000 personas, funcionando más de 5.000 máquinas de bordar, cuyos productos alcanzaron, en 1885, un valor de 80 millones de francos; otro centro de esta industria es el distrito de Plauen, en Sajonia, donde se emplean actualmente cerca de mil máquinas, construídas todas por *Voigt*, de Chemnitz; y también en el Norte de Italia viene arraigándose de algún tiempo á esta parte el bordado mecánico. Además, la utilidad de las máquinas referidas de bastidor, ó sean las del sistema Heilmann, ha aumentado de un modo considerable en los últimos tiempos, pues se aplican con ventaja á la fabricación de encajes, consistiendo el trabajo esencialmente en bordar sobre un material que se destruye ó disuelve fácilmente por medio de un líquido á propósito, dejando una labor de encaje en un todo análoga á las que se obtienen por los procedimientos descritos en otro capítulo; un fondo de seda se separa con facilidad, mediante un mordiente líquido, de un bordado hecho con hilo de algodón; pero en muchos casos se borda sencillamente sobre papel, cuyo fondo se destruye sumergiendo la obra acabada en agua. La fig. 728, debida al procedimiento dicho de "impresión natural„ (véase el tomo I, pág. 749), reproduce fielmente varias muestras de encajes fabricados con la máquina de bordar.

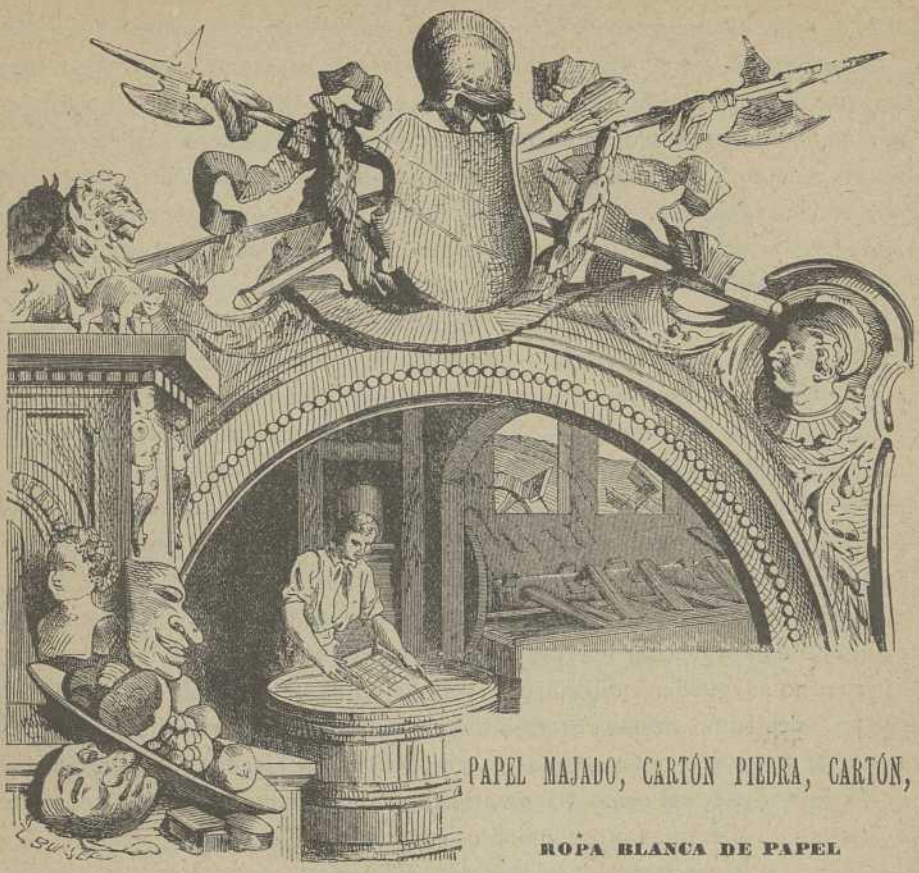
MÁQUINAS DE PUNTO

La producción de medias, calcetines, ropa interior y toda clase de artículos de punto se verifica hoy por medio de máquinas especiales, que imitan perfectamente la labor de mallas hecha á mano, y trabajan con una rapidez extraordinaria. Son varios los sistemas á que obedece la construcción de las máquinas de punto, aplicándose algunos exclusivamente á la producción de telas planas, mientras que otros se prestan también al trabajo de artículos circulares ó huecos, como las medias y cosas por el estilo. El sistema constructivo más en boga es el del norteamericano *Lamb*, basado en la acción combinada de dos series de agujas dichas de lengüeta, determinada sencillamente por medio de una manivela á la que se va dando vueltas con una mano. Desde su aparición en 1866, la máquina de Lamb se ha perfeccionado considerablemente, existiendo hoy varias modificaciones de ella, de las que

reproducimos una muy acreditada (fig. 729), que se debe al fabricante *Laue*, de Dresde, y con la cual pueden producirse en un día treinta pares de medias de mujer. Con la ayuda de diversas piezas accesorias, cuyo empleo no dificulta la marcha en modo alguno, pueden ejecutarse con semejantes máquinas gran variedad de dibujos llenos ó calados; y no es extraño, por lo tanto, y dada la rapidez y perfección de la labor, que este nuevo trabajo mecánico se vaya generalizando cada día más, sustituyendo ventajosamente al clásico cuanto lento procedimiento con las agujas de mano.



Bordadora japonesa.



PAPEL MAJADO, CARTÓN PIEDRA, CARTÓN,

ROPA BLANCA DE PAPEL

Origen de la industria del papel majado.—Materiales y procedimientos de la fabricación de tabaqueras, cajitas, muebles, tubos, ruedas ferrocarrileras, etc.—Cartón-piedra.—Fabricación de juguetes de papel majado.—Fabricación del cartón.—Fabricación de ropa blanca de papel.

La fabricación de objetos de papel majado, ó pasta de papel, es una industria moderna, pues cuenta poco más de un siglo de existencia; pero á pesar de su existencia relativamente tan corta, no se sabe á ciencia cierta dónde tuvo su origen; y mientras, por regla general, los pueblos se disputan el honor de un invento, sucede en este caso que los franceses atribuyen la del papel majado á los ingleses, en tanto que éstos la atribuyen á los franceses. De todos modos, el papel majado propiamente dicho tuvo un precursor, digámoslo así, en Alemania, pues por los años de 1730 á 1740 inicióse en Viena, Nurenberg y Wasserburg la elaboración de tabaqueras ó cajitas para rapé, formadas con hojas de papel pegadas una sobre otra; y se refiere que estos objetos hallaron tanta aceptación, que un conocido platero de Furth (Baviera), llamado Waechtler, que se dedicaba á hacer tabaqueras de plata, uvo que cerrar su taller. Posteriormente se abandonó, en la mayoría de los

casos, dicho modo de amoldar el papel mismo sobre modelos macizos, adoptándose el procedimiento que consiste en moldear una pasta de papel, más ó menos líquida, en moldes huecos; y este procedimiento se inició , al parecer, en Francia, pues desde el principio la pasta recibió el nombre de *papier mâché* (papel mascado), que tomó carta de naturaleza en las lenguas inglesa y alemana. En el día dicho nombre, ó, como decimos nosotros, "papel majado„, se aplica indistintamente á diversas pastas, con las que se forman objetos de utilidad y adorno, y que siempre quedan ocultas bajo una capa de barniz ó pintura; pero además, y como quiera que la unión de varias hojas de papel en capas sobrepuestas ofrece para determinados objetos mayor grado de resistencia que una pasta moldeada, se ha vuelto á resucitar, aunque perfeccionándolo, el primitivo precedimiento alemán, ensanchando considerablemente su esfera de aplicación, de modo que hoy la industria de que tratamos comprende dos ramas principales, ó sean: la fabricación de objetos de papel majado y pastas análogas, y la de objetos de papel en hojas.

Fabricación de objetos de papel majado.—Esta industria ofrece un medio excelente de aprovechar los desperdicios y residuos de varias materias fibrosas que no se pueden utilizar con ventaja en la fabricación del papel y del cartón, tales como ciertas recortaduras de telas, trapos y papel viejo ó maculatura impresa y escrita; además se emplea la paja picada y cocida con lejía de potasa ó sosa, así como otros varios materiales, cuya aplicación constituye el secreto de diferentes procedimientos especiales.

Después de clasificar los materiales ordinarios (maculatura, trapos, etc.), con arreglo á su blancura, color y finura, éstos se reducen á pequeños pedazos desgarrándolos, se ablandan luego en agua caliente y se desmenuzan ó deshilachan por medio de pilones ó bocartes, ó bien en la pila holandesa, cual sucede en la fabricación del papel (véase el tomo I, pág. 514). De este modo se obtiene, con los materiales más blancos y finos, una pasta comparable á las que sirven para hacer papeles ordinarios, y con los de calidad inferior, otra parecida á la de un cartón mediano. Semejantes pastas pueden emplearse acto continuo en la fabricación de objetos, ó bien prensarse en forma de panes, secarse y almacenarse; en cuyo caso, cuando hayan de servir, es preciso molerlas y amasarlas de nuevo.

Con el papel majado puro, es decir, sin más adición que la sustancia aglutinante precisa, se forman artículos ligeros, como caretas, cabezas de muñeca, etc.; pero en muchos casos se agrega á la pasta materias terrosas, como creta, arcilla ó arena muy fina. Generalmente hablando, esta mezcla responde á un fin puramente económico; pero en la formación de determinados objetos se añade creta, arcilla ó espato pesado finamente pulverizados, al intento de obtener una masa más dura susceptible de pulimento; y también se agregan materias colorantes cuando semejantes objetos no han de ser pinta-

dos. A esta clase de pastas duras corresponden el llamado cartón-piedra, y otros productos análogos de que hablaremos más adelante. Las materias aglutinantes empleadas con el papel majado ordinario son la cola ó el engrudo, ó bien ambos juntos, sirviendo en algunos casos el agua de goma. Cuando la cola constituye la parte principal de la sustancia aglutinante, no se emplea en forma de disolución más ó menos acuosa, sino que, después de disolverla en agua caliente, se deja enfriar hasta que tenga la consistencia de una masa gelatinosa, la cual se amasa entonces con la pasta de papel.

Cualesquiera que sean los materiales empleados, el objeto es, en último término, obtener una masa plástica, de consistencia semejante á la del pan, á la que pueda darse diversas formas por medio de moldes. Éstos se hacen de yeso, azufre y madera dura, ó bien de metal, cuando sea necesario emplear una fuerte presión en la formación de los objetos; y para evitar que la pasta se adhiera á sus paredes, se untan con aceite de linaza al tiempo de usarse. Según que los objetos que se trata de formar sean simplemente relieves planos ó tengan una forma redonda, y según que sean macizos ó huecos, se disponen los moldes de diversos modos, lo mismo que en el moldeado del yeso ó el de la pasta de madera de que hablamos en un capítulo anterior (véase la pág. 473). Cuando la masa se ha consolidado en el molde lo bastante para que conserve la forma de éste, se saca el objeto y se deja secar completamente al aire. Entonces, y tratándose de un objeto que haya sido preciso moldear en diferentes piezas sueltas, se unen éstas pegándolas por sus bordes por medio de cola, ó empleando un cemento refractario, si el objeto ha de cocerse; las rebabas y desigualdades que resultan de la unión de diferentes piezas se hacen desaparecer mediante raspadores, ó frotando la superficie del objeto con piedra pómez. Los objetos que deban conservar un color claro ó cierta elasticidad, como las caretas, por ejemplo, se barnizan desde luego; pero otros muchos artículos se someten previamente á una cochura, á cuyo efecto se pintan primero con aceite de linaza cocido y se colocan sobre bases de alambre en una especie de mufla, sometiéndolos á un calor relativamente elevado, con lo cual adquieren una dureza igual á la de la madera dura y toman un color pardo, cuando no lo tenían antes. Después de esta operación, reciben los mencionados objetos la capa externa de pintura, barniz, laca ó el dorado, etc., que les corresponde según los fines á que se destinan, y acerca de cuyas operaciones hablaremos más adelante.

Cuando en la composición de la masa la proporción de las sustancias minerales antes referidas es mayor que la de la pasta de papel, se obtiene el llamado *cartón-piedra*, cuya naturaleza es distinta de la del papel majado propiamente dicho, distinguiéndose ante todo por su dureza, y que se presta á la formación de diversos objetos de utilidad y de fantasía, adornos plásticos arquitectónicos para el interior de las casas, así como á la ornamentación de ciertos muebles, marcos de espejo, cuadros, etc.

La composición del cartón-piedra es tan variable como la del papel majado; pues mientras para determinados objetos entra en ella la pasta de papel en cantidad muy apreciable, mezclada con creta ó arcilla en polvo y cola, en otros casos se forman mezclas con dichos minerales, yeso, cal, polvo de carreteras, etc., reduciendo á un mínimun insignificante la proporción de papel, ó haciendo caso omiso de esta materia. En Francia se producen también objetos plásticos muy hermosos, por medio de una pasta semi-líquida, formada con polvo finísimo de madera y cola flamenca y de pescado, que se aplica en capas sucesivas sobre las paredes del molde hasta llenarlo por completo, sometiéndose entonces á una fuerte presión mediante pesas ó una prensa hidráulica. Tal es el procedimiento empleado en la formación del llamado "ébano artificial„, que es una masa muy hermosa, con la que se hacen muchos pequeños objetos artísticos, como prensa-papeles, estatuítas, escribanias de adorno, etc.

A la cola que sirve de medio aglutinante para ciertas pastas de cartón-piedra, se agrega en muchos casos aceite de linaza crudo ó cocido, mezclando éste lo más íntimamente posible con la disolución de aquélla. Al secarse estas sustancias, no sólo unen con más solidez que la cola sola las partículas minerales y vegetales de la pasta, sino que hacen á ésta impervia al agua ó la humedad, bajo la acción de las cuales ya no se ablanda. Con masas de este género se forman aljofainas y otros vasos por el estilo, que ofrecen la ventaja de que no se rompen como los de loza, y son también mucho más ligeros.

Fabricación de objetos de papel en hojas.—Pegando diferentes hojas de papel en capas sobrepuestas, se pueden formar, como ya indicamos, objetos huecos que, á pesar de su ligereza y la delgadez de sus paredes, ofrecen bastante resistencia, y también cierta elasticidad. Al principio, es decir, en la segunda mitad del siglo pasado, se practicaba este procedimiento en Alemania para hacer tabaqueras ó cajas para rapé y cajitas análogas, siendo los materiales un papel blanco, fuerte, y un engrudo compuesto de harina fina de trigo y agua de cola. Según la forma de los objetos, se cortaba el papel en tiras, discos, etc., que se aplicaban sucesivamente, pieza por pieza, sobre un modelo de madera, pegando cada una con la anterior mediante el engrudo referido. Después de unir de este modo de 8 á 20 hojas, según los casos, los objetos se secaban á una temperatura moderada, y se bañaban con barniz negro de brea, sometiéndose entonces á un calor más elevado; este baño, y el secado consiguiente, se repetían hasta que la capa de barniz resultaba bastante gruesa y el papel estaba completamente opaco, en cuyo estado se pulimentaba la superficie con piedra pómez, y se revestía con barniz de laca, pintura, ó se bronceaba ó doraba. Aumentando el número de las capas de papel, es decir, sobreponiendo de 100 á 150 hojas, se formaban también objetos más ó menos planos de mayores dimensiones, como bandejas y cosas por el estilo, que re-

sultaban muy sólidos y duraderos, cual si estuvieran hechos con una madera de mediana dureza, con la ventaja de que no se alabeaban. Pero el procedimiento era muy lento y ofrecía dificultades tratándose de objetos irregularmente encorvados, de modo que no es extraño que, como dijimos más arriba, se abandonara cuando se inventó el moldeado del papel majado.

Con arreglo á un procedimiento análogo se fabrican actualmente tubos de papel, destinados á la conducción del gas del alumbrado y del agua, que resisten presiones de más de quince atmósferas. Empléase al efecto un papel continuo especial, cuyo ancho corresponde al largo que han de tener los tubos, y que, después de pasar por un baño de asfalto fundido, se arrolla varias veces, por medio de una máquina adecuada sobre un cilindro de dimensiones iguales al hueco del tubo.

Según referimos en la introducción de este capítulo, hubo de resucitarse en nuestros tiempos la fabricación de objetos con hojas de papel sobrepuestas, modificando el primitivo procedimiento alemán y dando nuevo rumbo á la industria consabida; renacimiento, digámoslo así, que se verificó en Inglaterra y que después se propagó á Alemania, siendo probablemente el móvil el deseo de imitar ó reproducir los hermosos objetos que desde tiempo inmemorial se forman en China y el Japón, con arreglo á un procedimiento análogo. En estos países encuentra el papel aplicación mucho más diversa que en Europa, constituyendo el material para multitud de objetos de empleo común, como muebles, cajas de todas clases, biombos, suelas de calzado, sombreros, capas y paraguas impermeables, y también armaduras para los soldados, correas y cuerdas; debiendo advertirse que muchos de esos objetos reciben como revestimiento esa hermosísima laca que hasta hoy nuestros fabricantes no han podido reproducir con igual perfección.

Actualmente, las tabaqueras, petacas, cajitas diversas de fantasía, no se forman, como antes, pegando hojas de papel una sobre otra, sino por la unión de los correspondientes pedazos de cartón del grueso necesario, efectuándose así el trabajo de un modo mucho más expedito. Las piezas cortadas con arreglo al objeto que se trata de producir, se pegan por sus bordes con cola; el conjunto se introduce en un molde pulimentado, y se rellena el hueco del objeto con un alma ó modelo metálico macizo, y el todo se somete á una fuerte presión en una prensa de tornillo. El objeto sale tan liso como si se hubiera torneado, y no queda más que impregnarlo con aceite de linaza y secarlo en un horno, antes de proceder á pintar, barnizar ó dorar. Si las piezas de cartón se prensan en estado húmedo, es decir, después de ablandadas en agua, se las puede convertir, mediante moldes adecuados, en objetos encorvados irregulares, con relieves y adornos semejantes.

Otros diversos objetos se producen por el procedimiento de que tratamos, ó sea sobreponiendo y pegando entre sí varias hojas de papel; procedimiento

que se ha extendido ya á la fabricación de muebles de mayores dimensiones, bastando referir, por vía de ejemplo, que en una Exposición reciente podía verse un piano cuya caja y demás partes que suelen hacerse de madera, estaban hechas con papel. No cabe duda de que los muebles de papel ofrecen ciertas ventajas sobre los de madera; en primer lugar, con ser bastante sólidos y resistentes, resultan más ligeros que éstos; el material se deja labrar con igual facilidad en todos sentidos, no se raja ni alabea, y si se preserva contra la humedad, es capaz, tal vez, de durar tanto como la madera; además admite perfectamente un revestimiento de laca por la vía de la cochura, mientras que la madera se abriría ó encorvaría bajo el calor del horno.

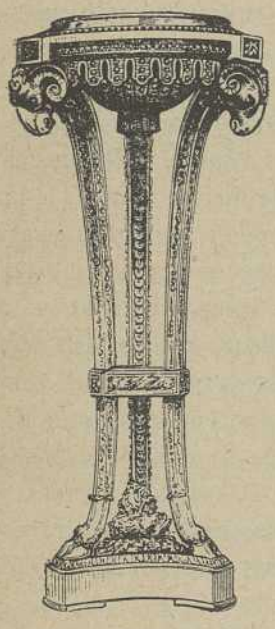
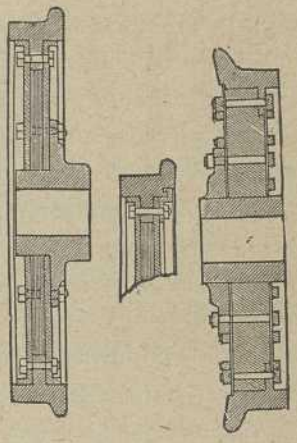


FIG. 730.—Mesita de adorno, de papel majado.

La fabricación de dichos muebles de papel, y de otros varios artículos de utilidad y adorno, se ha desarrollado más especialmente en Inglaterra, siendo Birmingham y Wolverhampton los principales centros de la industria. El material que se emplea es un papel de algodón fino, blando y no encolado; las hojas se saturan con una disolución de almidón y cola, se sobreponen unas á otras en número de cinco ó seis, y se prensan en un molde hueco de metal, que se coloca después en un horno; cuando la primera capa de papel está perfectamente seca, se procede á formar una segunda con otras cinco hojas, secando ésta de la misma manera en el molde, y repitiendo la operación hasta obtener una masa del grueso necesario. Las piezas huecas, como tubos, patas de mesa, silla, etc., se forman aplicando las hojas de papel sobre un alma de madera muy seca, introduciendo el conjunto en el horno de secar y volviendo á añadir papel, lo mismo que en el caso precedente. Tratándose de almas irregulares que no pueden sacarse de los objetos amoldados en torno de ellas, la masa de papel se corta transversal ó longitudinalmente según los casos, y después de extraer el alma, se vuelve á pegar con cola. Las piezas formadas de primer intento se acaban por los medios ordinarios, ó sea torneándolas, pulimentándolas con piedra pómez ó esmeril, pintándolas ó barnizándolas, ó revistiéndolas con laca. Otro procedimiento consiste, no en formar directamente piezas determinadas, sino en producir planchas y bloques macizos, sometiendo las hojas de papel, saturadas con la materia aglutinante, á una presión muy fuerte en prensas hidraúlicas, y secando la masa á una temperatura relativamente elevada, con lo cual resulta tan densa y dura como la madera de boj ó de ébano. Dichas planchas y bloques se labran entonces lo mismo que la madera, aserrando,

cepillando, torneando y tallándolos en forma de piezas para muebles, marcos, molduras, candelabros y otros muchos objetos, inclusos los adornos personales más diversos, en imitación de los de azabache. La fig. 730 da una idea de los elegantes muebles que produce lo que cabe llamar la ebanistería de papel.

En los Estados Unidos, y también en Europa, se aplica la pasta de papel á la construcción de ruedas de carruajes ferrocarrileros; y si bien el procedimiento resulta más costoso que en las construcciones ordinarias, las ruedas de papel, como suelen llamarse, se emplean bastante para los carruajes salones y dormitorios *(sleeping-cars)*, en vista de su marcha suave y elástica. Su fabricación se inició el año 1860 en Chicago, por *Allen*, y nuestras figuras 731 á 733 muestran las diferentes construcciones: el cubo es de hierro colado de la mejor calidad, y sostiene dos discos de plancha de hierro dulce ó acero, entre los cuales se encuentra la masa de papel, y en cuya periferia se atornilla el aro ó banda de la rueda. La parte de papel está constituída por discos de cartón de paja, cortados y agujerados en el centro por medio de una máquina especial. Cada tres de estos discos se pegan entre sí con cola, de manera que formen un disco de seis ó ocho milímetros de grueso; cierto número de estos discos compuestos se colocan entonces, uno sobre otro, en una poderosa prensa hidraúlica, y se someten durante tres horas á una presión de 650 toneladas próximamente, hecho lo cual, se seca el conjunto á la temperatura de 50 grados. Este secado reclama el mayor cuidado, á fin de que todas las partes de la masa sufran el calor por igual, y la operación dura, cuando menos, dos semanas. El pegado de los cartones, el prensado y el secado se repiten hasta obtener un solo disco de grueso necesario: para la construcción indicada en las figuras 731 y 732, este grueso es de unos tres centímetros, componiéndose el disco definitivo de 100 á 120 hojas de cartón; para la rueda que representa la fig. 733, se necesitan de 240 á 250 hojas. La periferia del disco definitivo se tornea cuidadosamente, de modo que el diámetro quede un poco mayor que el interno de la banda, y entonces se coloca ésta sobre el disco, mediante una presión hidraúlica de 400 toneladas. Hecho esto, se aplican en ambos lados del disco de cartón los discos de hierro ó acero antes referidos; y después de introducir el cubo, mediante una prensa hidráulica, se sujetan definitivamente entre sí las diferentes partes con tornillos. Según la construcción de la fig. 732, que es la usual en Alemania, se añade un anillo de hierro de forma especial para sujetar de un modo más seguro la banda. Merced á su elasticidad, semejantes ruedas duran mucho más



FIGURAS 731 á 733.
Ruedas ferrocarrileras de papel.

que las hechas enteramente de hierro ó acero; pues según los ensayos practicados en Alemania, pueden recorrer de 800.000 á 900.000 kilómetros antes de inutilizarse, mientras que las de hierro endurecido sólo resisten 120.000 kilómetros. Además, la elasticidad de las ruedas es beneficiosa para sus ejes, tanto que la duración de éstas aumenta casi en la misma proporción.

En los últimos años se han señalado nuevamente los americanos con la introducción de poleas de transmisión con banda de papel de paja, que se recomiendan por su ligereza y lo bien que se amoldan las correas á su superficie sin deslizarse como sobre el metal.

Adorno de los objetos de papel majado.—En la mayoría de los casos el material con que se forman los diversos objetos de que hemos hablado en las páginas precedentes, queda disimulado, en último término, bajo una capa de laca, barniz ó pintura, adornándose también muchos artículos con pinturas artísticas, dorados ó incrustaciones de nácar, carey y materias análogas. Los adornos pintados se ejecutan á veces directamente sobre la superficie de los objetos antes de barnizarla; pero en muchos casos se aplican pinturas ya hechas sobre láminas de madera, hueso, etc., pegándolas en la superficie previamente imprimada con barniz, procediendo entonces al revestimiento con laca, el cual se extiende uniformemente sobre el objeto, tapando con él las pinturas, y al tiempo de pulimentar éstas vuelven á reaparecer, quedando, por último, al mismo nivel que la superficie de la laca, y como embutidas en ella. De la misma manera se procede con las incrustaciones de nácar, etc., que se revisten frecuentemente con una capa de pintura transparente, á fin de mejorar su aspecto. Los adornos dorados se ejecutan de un modo especial: cuando aún no está por completo seca la última capa de laca, se aplican panes de oro sobre toda la superficie que se trata de adornar, y con un pincel mojado en laca de copal, se trazan los dibujos sobre el oro, dejándolos secar hasta cierto punto; entonces se frota ligeramente la superficie con un trapito mojado en agua, quitando las partes del oro libres de laca, de modo que sólo quedan las correspondientes al dibujo; después de secada por completo la superficie, se disuelve la laca de copal por medio de esencia de trementina, y el dorado aparece perfectamente limpio.

Fabricación de juguetes de papel majado.—En uno de los capítulos anteriores de este tomo tuvimos ocasión de ocuparnos de la fabricación de juguetes de madera, y aludimos al extenso empleo que en esta rama de la industria se hace del papel majado; y, en efecto, entre la infinidad de objetos diversos elaborados con esta materia plástica—tabaqueras, petacas, cajitas, artículos de escritorio, muebles, adornos arquitectónicos, estatuítas, reproducciones de armas antiguas, preparados anatómicos y botánicos, etc., etc.,—ocupan lugar preferente las figuritas de personas y animales, las muñecas, caretas y otros juguetes, que constituyen la delicia de nuestros niños. Alemania es el país

clásico de estos productos, y el distrito, ya referido, de Sonneberg (Turingia), el centro principal de su interesante fabricación, á la que vamos á dedicar algunos párrafos.

La masa empleada, y que preparan por regla general los mismos fabricantes de juguetes, se compone principalmente de pasta de papel, arena fina y cola, agregándosele con frecuencia cierta proporción de harina negra. Mezclados estos ingredientes, y amasados como corresponde, la pasta resultante se extiende por medio de un rodillo de madera, como el que emplean los pasteleros, hasta convertirla en una hoja de espesor uniforme, igual al de un cartón grueso; esta hoja se divide entonces en tiritas del tamaño correspondiente á los objetos que se trata de formar.

En la primera mitad del siglo presente, cuando empezó á desenvolverse la industria que nos ocupa, las figuritas de papel majado se formaban arrollando la pasta entre las manos, de manera á obtener como salchichas de dimensiones que correspondían al tronco, brazos y piernas, que se unían y modelaban sencillamente mediante la presión de los dedos. Semejante trabajo suponía cierto sentido artístico y destreza, y corría á cargo de los llamados *bossierer* (modeladores), que constituían un gremio especial. En el día las figuras de papel majado se forman por medio de moldes, y el oficio del modelador consiste en hacer los modelos de arcilla necesarios, ideando continuamente novedades con arreglo á las ideas, costumbres y gustos de los diversos países, pues las figuritas de Sonneberg se expiden á todas partes del mundo. Con el modelo original se forman moldes huecos de yeso ó azufre, divididos en dos mitades, siendo preferidos los de azufre, pues hasta la presente, y después de muchos ensayos, no se ha encontrado otro material que responda tan bien al objeto. El interior de dichos moldes se va revistiendo con las tiritas de pasta ya referidas, oprimiéndolas cuidadosamente con los dedos, á fin de que se amolden con exactitud á todos los huecos; y después de secada la pasta, se saca el contenido de los moldes, uniendo con cola las dos mitades que corresponden á cada figura ó parte de ella. Los mecanismos destinados á mover los ojos, la cabeza ó los miembros, ó á producir tonos ó ruidos, se fijan en el interior de las figuras antes de juntar y pegar sus mitades; y, por último, cada objeto se pinta, ó, tratándose de animales, se reviste con materias que imitan las pieles, cuando no con pieles verdaderas.

En la fabricación de muñecas se despliega hoy la mayor actividad, pues que esos juguetes emigran, digámoslo así, del distrito de Sonneberg por millones de docenas para recrear á las niñas aquende y allende los mares. De su variedad pueden formar idea nuestros lectores sabiendo que las hay vestidas de seda y terciopelo que cuestan 15 pesetas cada una (precio defábrica), mientras que las clases inferiores se producen á razón de 80 céntimos la docena; baratura que se consigue mediante una división bien entendida del trabajo. Generalmen-

te hablando, la parte de la muñeca que se forma con papel majado se reduce á la cabeza, cuello y hombros, pues sólo las de clase superior reciben además antebrazos y antepiernas de dicha pasta. Como en la fabricación de figuritas enteras, la preparación de los modelos de arcilla para las cabezas de muñeca corre á cargo de modeladores hábiles, mientras que los llamados "formadores„ se encargan de hacer los moldes correspondientes de azufre ó yeso; estos moldes se entregan á los "impresores„, que aplican sobre sus huecos las tiritas blandas de papel majado, hasta formar las cabezas en dos mitades separadas, Este trabajo supone casi tanto cuidado y habilidad como el del modelador, si han de reproducirse cual corresponde todos los detalles del molde, y se necesita mucha práctica para formar en un día de diez horas dos cabezas de las mayores. Secadas las dos partes de la cabeza, se unen pegándolas con cola; y después de quitar con una navaja bien afilada las rebabas ó desigualdades de la juntura, se entrega la cabeza al pintor, que le presta animación con sus colores, produciendo morenas ó rubias, según los encargos de los comerciantes. El color de las carnes se obtenía antes, por regla general, con una mezcla de albayalde y un poco de minio ó fucsina; pero de algún tiempo á esta parte se emplea, en lugar del blanco de plomo, una composición especial más barata, y que carece de propiedades venenosas, cuya invención se debe al director actual de la escuela industrial de Sonneberg. Por último, las cabezas pintadas y secas reciben un baño de laca transparente.

Las cabezas de muñeca de calidad superior reciben, antes de pintarse, un baño ó revestimiento de cera, lo que se verifica sumergiéndolas durante cortos momentos en cera fundida, mezclada con el color general de las carnes. Los ojos de estas cabezas no se pintan, sino que se hacen de vidrio, á cuyo efecto es preciso cortar las aberturas correspondientes en la cara, y también otra mayor en la parte posterior de la cabeza, puesto que dichos ojos se fijan desde el interior; los fabricantes de vidrio de Lauscha surten á los industriales de Sonneberg de ojos para sus muñecas, de todos los tamaños y colores apetecibles. Además, las muñecas de primera clase reciben también dentaduras postizas, y por medio de sencillos mecanismos sujetos en el interior de la cabeza, se produce el abrir y cerrar de los ojos y de la boca. Colocados estos accesorios, se tapa la abertura posterior y se procede á fijar el cabello, consistente, por lo general, en el pelo sedoso de la gata de Angora, que se tiñe de diversos matices y se pega á la cabeza con cola; este trabajo da ocupación á centenares de muchachas, que se muestran muy hábiles en la formación de toda clase de peinados. Las cabezas de muñeca más finas se hacen enteramente de cera, y en esta materia, ablandada al efecto, cada pelo se hunde de punta, prestándose de este modo al cabello un aspecto todavía más natural.

Entretanto, miles de manos están ocupadas en la formación de los cuerpos, brazos y piernas de las muñecas, cuyas partes consisten en saquitos de

tela ó cuero fino rellenados con serrín; la parte superior del tronco se introduce en el hueco del cuello y hombros de papel majado, previamente untado con cola, mientras que en los extremos de los saquitos correspondientes á los brazos y piernas se sujetan los antebrazos y antepiernas, que se forman con madera para las muñecas de clase inferior, y de papel majado para las de mejor calidad. Muchas muñecas se venden sin vestir, mientras que otras reciben trajes completos, más ó menos lujosos, á cuyo efecto existen hoy en Sonneberg dos fábricas que ocupan gran número de costureras exclusivamente en la confección de semejantes ropas.

La fabricación de caretas ó máscaras, que constituye una rama bastante considerable de la industria que nos ocupa, se verifica con arreglo á los mismos procedimientos que la de las cabezas de muñeca.

CARTÓN

El cartón es un producto que tiene mucha analogía con el papel majado, asemejándose, por otra parte, su fabricación á la del papel ordinario. Según los dos procedimientos en boga, se distinguen cartones macizos, cada hoja de las cuales se forma de una vez, y cartones de hojas, que se componen de un número mayor ó menor de hojas de papel sobrepuestas.

Para los cartones macizos, que siempre constituyen un género inferior, se emplean desperdicios de toda clase de papel, cartón y trapo, que se convierten, de la manera ya descrita, en pasta semilíquida, á la que suele agregarse cierta cantidad de creta ó arcilla en polvo. Con formas iguales á las usadas en la fabricación á mano del papel, salvo que su tela metálica es más barata y se emplean con ellas bordes más altos, se van sacando sucesivamente de la tina las porciones de pasta correspondientes á cada hoja de cartón, apilándolas entre bayetas y tratándolas de la misma manera que el papel de mano (véase el tomo I, pág. 522). También se producen cartones macizos de mayor longitud, ora en máquinas de sacudimiento, ora en las de cilindro, como las empleadas en la producción del papel continuo; pero ya sea á mano ó á máquina, el cartón macizo resulta siempre flojo, por más que en tiempos recientes, y merced á las nuevas manipulaciones mecánicas introducidas, ha mejorado la calidad del género.

Los cartones de hojas, cualquiera que sea su clase, son siempre superiores á los macizos, porque el modo de fabricación asegura mejor su homogeneidad y solidez, y también porque, generalmente hablando, no se emplean para ellos los desperdicios de papel, sino trapos, estopa, cuerdas viejas y materiales por el estilo, mezclados frecuentemente con pasta de paja, y á veces con desperdicios de cuero; las cartulinas se hacen con pasta blanca de papel. En

todo caso, las pastas para cartones de hojas se preparan con mayor cuidado y son más finas y líquidas que las de los cartones macizos; y entre la fabricación á mano de aquéllos y la del papel, la única diferencia consiste en el modo de apilar las hojas á medida que se van formando: como explicamos en el tomo I de esta obra, sobre cada hoja de papel se coloca una bayeta; mientras que, tratándose de cartón, se depositan varias hojas directamente una encima de otra, según el grueso que ha de tener el producto, colocando una bayeta sobre el conjunto, y juntando en seguida otras tantas hojas antes de poner la segunda bayeta. Metida la pila en la prensa, es evidente que las diferentes hojas sobrepuestas entre cada dos bayetas se unen entre sí en virtud de la presión, convirtiéndose en una sola hoja de cartón, que resulta mucho más sólida y homogénea que las obtenidas por el procedimiento anterior. Desde el año 1860 se fabrican también cartones de hoja con máquinas de cilindro, á cuyo efecto la hoja correspondiente de papel continuo, en estado todavía húmedo, se arrolla varias veces en torno de un cilindro de madera; se cortan de un golpe de cuchilla todas las capas del rollo en dirección paralela al eje del cilindro, y después de extender el conjunto, se le somete á una fuerte presión. Las hojas de cartón se alisan ó igualan pasándolas entre cilindros pulimentados de hierro colado; y si han de recibir mayor brillo, se las somete á la acción de un poderoso glaseador ó satinador, y se frotan con piedras duras pulimentadas.

Los cartones de hoja más densos y resistentes son los llamados de satinar ó prensar, y para su pasta se emplean las mejores materias fibrosas, como trapos de lienzo y el lino mismo, encolando la masa en la tina; los cartones de satinar ingleses se componen principalmente de cáñamo, procedente de cuerdas usadas, y superan por sus buenas cualidades á los que se producen en otros países. En la fabricación de semejantes cartones se cuida con especialidad de que sus capas internas se compongan de fibras relativamente largas, y las externas de una pasta fina, de modo que tengan á la vez mucha resistencia y una superficie lisa; la dureza, elasticidad y el pulimento que les son propios, se obtienen mediante una presión y satinación repetidas. Las mejores clases se distinguen por su brillo, parecido al del vidrio, y una dureza comparable á la del cuerno; y lejos de desmejorar con el uso, su empleo continuo en la prensa ó el satinador de los impresores, encuadernadores, etc., tiende más bien á aumentar su densidad, elasticidad y brillo.

Las cartulinas dichas "pegadas„, que se emplean, entre otros usos, para fabricar los naipes, se producen pegando dos ó más hojas de papel con engrudo, y sometiendo el conjunto á una fuerte presión. Por regla general, estas cartulinas se hacen á mano; pero también se forman con papel continuo en máquinas especiales, que extienden el engrudo entre las hojas, y las prensan por medio de un laminador.

ROPA BLANCA DE PAPEL

Aunque la fabricación de cuellos, puños y otras prendas postizas de papel no se relaciona con la industria del cartón, salvo por la parte que en ella desempeña la primera materia, nos ha parecido conveniente incluirla en el presente capítulo, por no ser del caso dedicarle uno especial en esta obra, si bien su importancia no es de ningún modo despreciable.

La idea de emplear el papel en la confección de cuellos, puños y pecheras de camisa tuvo origen hace unos treinta años en los Estados Unidos, donde, dada la carestía de la mano de obra, la cuenta de la lavandera no estaba en armonía con la economía doméstica. Era evidente que semejantes artículos, hechos de papel, tendrían un valor ínfimo, comparados con los de lienzo; y una vez usados, podrían tirarse, poniéndose otros nuevos, evitando de este modo los gastos de lavado. Dichas prendas, pues, hallaron mucha aceptación en aquellos Estados, y andando el tiempo se introdujeron en Europa; después de ser mirados con desdén y de ridiculizarse, han acabado por encontrar numerosos partidarios, especialmente en Alemania, Francia é Inglaterra. En los Estados Unidos se consumen anualmente más de 150 millones de cuellos postizos de papel, número que sigue cada vez en aumento; mientras que la fábrica de Mey y Edlich (fig. 734), en Plagwitz, cerca de Leipzig, la más considerable del género que existe en Europa, y que emplea unos 400 operarios, produce diariamente 100.000 de dichos cuellos, aparte de un número muy grande de puños y pecheras de camisa. Es verdad que, de quince años á esta parte, la fabricación se ha perfeccionado de tal modo, que á primera vista no se pueden distinguir los artículos de papel de los del lienzo más fino; no sólo se hacen de una blancura sin tacha, ó de los colores que se quieren imitando los lienzos de color, sino que por medio de procedimientos de apresto adecuados, recibe su superficie el grano especial del tejido, perfectamente imitado, al par que el brillo que en la tela se consigue por medio del almidón y la plancha. Hablando en general, el empleo del papel en esta industria se limita á las partes de la camisa que quedan expuestas á la vista; pero recientemente, por la razón económica antes expuesta, así como porque el papel es un medio muy eficaz para conservar el calor del cuerpo, ó sea para abrigar, los norteamericanos fabrican y gastan ropa interior de un papel fino, fuerte y flexible, que tiran también después de usada, como los cuellos y puños postizos.

El papel que se emplea en la fabricación de estos últimos, así como las pecheras, se hace de pasta de la mejor calidad, en hojas fuertes de 90 centímetros de largo por 40 de ancho, pesando la resma mas de 75 kilogramos. Cada hoja se somete primero al llamado esmaltado, es decir que, por medio de

brochas, se reviste con una tenue capa de una sustancia especial, á fin de que después admita el pulimento. Las hojas esmaltadas y húmedas se secan suspendiéndolas en una pieza calentada á vapor; y entonces se procede á dar á su superficie el grano que le presta el aspecto de un tejido. Esto se verifica mediante planchas de estaño del tamaño de las hojas de papel, revestidas con muselina fina; consistiendo la operación en formar una pila de 14 hojas, entre cada dos de las cuales se coloca una de dichas planchas, y luego hacer pasar

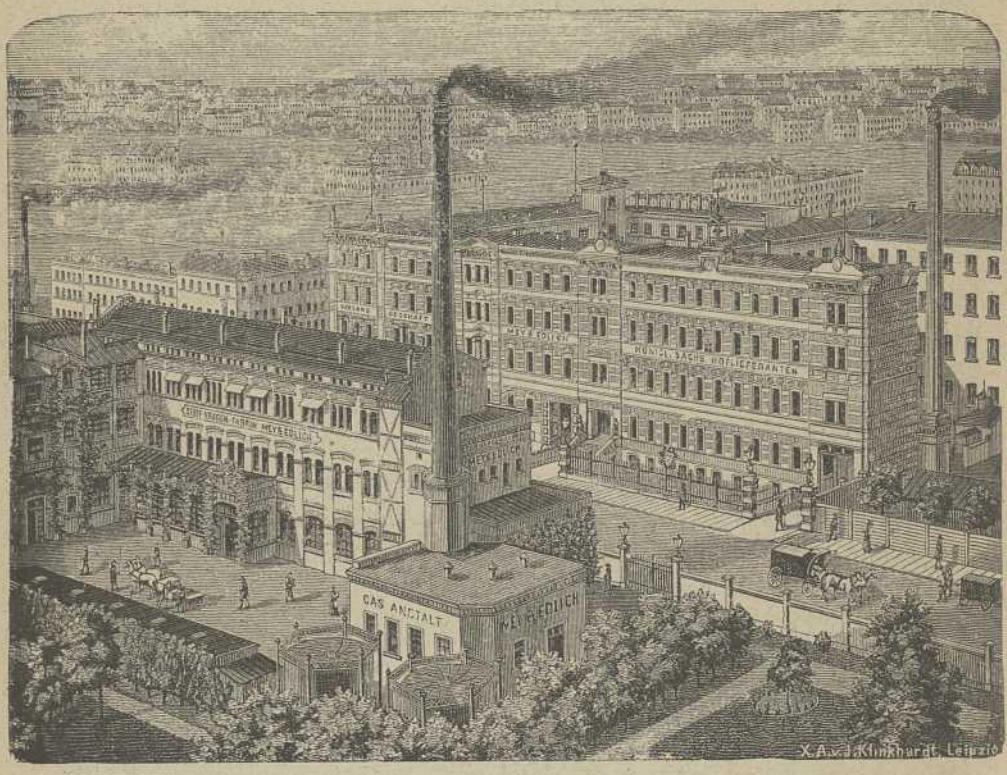


FIG. 734.—Fábrica de ropa blanca de papel de Mey y Edlich.

el conjunto entre dos pesados cilindros de acero, bajo cuya presión en la superficie del papel las finas mallas de la muselina dejan su impresión. Para una clase superior de puños, cuellos y pecheras, el papel no recibe la impresión de la muselina, sino que se reviste por una cara con este tejido, ora blanco ó de color, mediante un engrudo especial; el papel preparado de este modo no se somete á presión alguna; pero los géneros hechos con él resultan, naturalmente, más caros que los de papel impreso. Después de la impresión, se someten las hojas de papel á la acción de cepillos finos que giran con gran velocidad, produciendo una especie de pulimento de la superficie; y entonces, apilándolas en número de ochenta próximamente, se colocan en una prensa de construcción

especial, cuya parte móvil está provista de cuchillas, bajo cuyos cortes quedan divididas en pedazos de la forma y dimensiones correspondientes á los artículos que se trata de producir. Estos pedazos planos de papel preparado pasan, por último, por una máquina de construcción sumamente ingeniosa, que, de un modo por completo automático, y con una rapidez increíble, corta los ojales, pega en torno de ellos los pedacitos de muselina destinados á hacerlos más duraderos, producen en las orillas la impresión que imita á la costura, dobla los cuellos, y, por último, imprime el número y la marca de fábrica. Además, los cuellos salen de dicha máquina perfectamente vueltos con arreglo á la forma del cuello humano; de modo que no queda más que empaquetarlos por docenas y entregarlos al comercio.

Recientemente se ha extendido esta rama de la industria, produciendo artículos de papel en forma de cuellos, puños, chorreras, etc., imitando ciertos encajes y bordados calados; artículos que son de muy buen efecto para trajes de teatro, de máscara, etc. Su fabricación supone el empleo de una máquina especial de estampar, dotada de matrices de acero, con los correspondientes dibujos grabados en relieve y en rebajo.



ENCUADERNACIÓN DE LIBROS

[ARTÍCULOS DE VIENA

Apuntes históricos.—Trabajos del encuadernador: encolado, plegado á mano y á máquina.—Cosido á mano y mecánico.—Formación y adorno de los cantos.—Elaboración y forrado de las tapas.—Estampación de letreros y adornos á mano y á máquina.—Mosaico de cueros, etc.—Fabricación de los llamados artículos de Viena.

En tiempos de los antiguos griegos y romanos, cuando se escribía en papel de papiro y pieles, arrollando las hojas en torno de varillas, el encuadernador de libros estaba representado por el constructor de cajas; pues los rollos escritos se conservaban en cajas ó estuches cilíndricos de madera de cedro ú otros materiales más ó menos preciosos, que á veces recibían ricos adornos. En cuanto á los rollos mismos, sus cantos, ó sean sus bordes laterales, solían alisarse y pintarse de un color rojo brillante.

Esta forma arrollada de los libros, que se llamaba *volumen*, era en la antigüedad la más usual, por ser la más conveniente tratándose de una materia tan quebradiza como el papel de papiro. Pero para determinados objetos, como la contabilidad, la escritura de leyes, etc., se empleaban tablas de madera, revestidas al principio con cera y más tarde con una tenue capa de albayalde;

tablas que, andando el tiempo, se unieron por uno de sus bordes mediante cintas ó correítas, de modo que el conjunto se asemejaba á nuestros libros, constituyendo cada tabla una hoja. Semejante libro se llamaba *codex* (códice), nombre que se conservó cuando á las tablas vinieron á sustituir las hojas de pergamino.

En la primera época cristiana, toda escritura se practicaba en los monasterios, y los monjes que á ella se dedicaban tenían al mismo tiempo que cuidar de la encuadernación. Por regla general, las hojas de pergamino, escritas y cosidas entre sí por uno de sus bordes, recibían una envoltura de pergamino, que cubriendo la costura, ó sea el dorso del libro, se doblaba sobre el canto anterior, tapándolo también cuando el libro estaba cerrado; un poco más adelante se formaron las tapas con delgadas tablas de madera, con lo cual dió la encuadernación un paso más hacia su forma moderna. Pero aquellos monjes no se curaban tan sólo de hacer libros duraderos, sino que, en vista de gran valor que por entonces tenían, y las ricas miniaturas con que solían adornarse sus textos, procuraban que el exterior estuviera en armonía con el interior, y solían tallar artísticamente sus tapas y adornarlas con trabajos de metal, y aun con piedras preciosas, sobre todo tratándose de ejemplares destinados á personas principales. Las figuras 735 y 736 reproducen las tapas, ricamente chapeadas con metal dorado, de un libro de rezos perteneciente á Santa Isabel de Turingia, que vivió en el siglo XIII; y en Inglaterra más especialmente, se conservan todavía riquísimas muestras de este género de encuadernaciones de antiguos manuscritos, en los que campean el oro macizo y los esmaltes. Uno de los encuadernadores más célebres de dicho país fué el monje *Hermann*, que inmigró en tiempos de la conquista y llegó á ser obispo.



FIG. 735.—Tapa del libro de rezos de Santa Isabel de Turingia.

Antes de la invención de la imprenta los libros eran, naturalmente, mucho más raros y costosos que después de desarrollarse este arte; y así como sus

textos, de carácter generalmente sagrado, se ornaban con pinturas en miniatura, apelábase también á las artes del platero, trabajador, joyero, trabajador de cuero, etc., para dotarlos de una envoltura correspondiente. Nació, pues, la encuadernación artística, y aun antes de producirse libros impresos, constituía la ocupación de algunos artistas fuera de los monasterios, pues se conservan noticias de un gremio de encuadernadores en Nurenberg, en tiempos en que no había más que libros manuscritos. Con la propagación del arte de imprimir en el siglo XV, ensanchóse rápidamente el campo del de encuadernar, al que empezaron á dedicarse muchas personas; aumentó considerablemente el número de los libros de uso común en contraposición á los de lujo, y la encuadernación adquirió un carácter más utilitario, distinguiéndose al principio por una solidez exagerada. Los primeros libros impresos recibieron pesadas tapas de madera de roble, chapeadas con cobre, y más adelante se adoptaron tablas más delgadas, que se revestían con pergamino ó piel de puerco, enteramente liso, ó con adornos estampados, y se sujetaban en el canto con presillas de metal, para evitar que la madera se alabeara.



FIG. 736.—Tapa del libro de rezos de Santa Isabel de Turingia.

La introducción del tafilete señaló un progreso notable en el arte que nos ocupa, al menos respecto de la vista de las encuadernaciones, y se debe al rey Matías Corvino, de Hungría, que murió el año de 1490. Este gran bibliófilo había reunido una biblioteca de unos 50.000 tomos, número asombroso en aquella época, y mantenía un pequeño ejército de artistas, ocupados en encuadernar sus libros con tafilete, en pintarlos y dorarlos; el anverso de cada tapa llevaba estampado un cuervo con un anillo en el pico, marca alusiva al nombre del rey. Tan preciosa colección fué destruída casi totalmente por los turcos. Durante el siglo XVI fueron reduciéndose las dimensiones de los libros, para hacerlos más manuables; y mientras los impresores fueron abandonando poco á poco los grandes infólios y cuartos, los encuadernadores dejaron las tablas de madera, empleando en su lugar el cartón. En el siglo XVII imi-

cióse en Francia el uso del cuero blanco de ternera, en vez de la piel de puerco; al principio se hacían con él encuadernaciones enteras, luego se fué generalizando más el modo de limitar el cuero al lomo y las esquinas del libro, cubriendo con papel de color la parte restante de las tapas; y, por último, se introdujeron las encuadernaciones baratas, en que el revestimiento de las



FIG. 737.—Tapa de un libro de rezos, moderno, hecha en Viena para la emperatriz de Austria.

tapas se compone totalmente de papel de color ó jaspeado, debiéndose á nuestro siglo el empleo de las telas de algodón para encuadernar, que se inició en Inglaterra y tan en boga está hoy para libros de todas clases.

De la decadencia general de las artes, que llegó al colmo en el siglo pasado, no se eximió la encuadernación, como tampoco pudo eximirse la imprenta; los libros, generalmente hablando, mal impresos, eran peor encuadernados; y si bien el renacimiento de la tipografía en nuestros días, merced al perfeccionamiento de los medios mecánicos, ha traído consigo mejoras notables en el arte

de encuadernar, también éste se ha echado, digámoslo así, en brazos de la mecánica, y salvo contadas excepciones, de las que ofrecen un ejemplo nuestras figuras 737 y 738, sus obras carecen de ese sello verdaderamente artístico, que sólo pueden resultar del trabajo á mano. Inglaterra y Francia cuentan todavía, en la clase más acomodada de su sociedad, bastantes bibliófilos aficio-

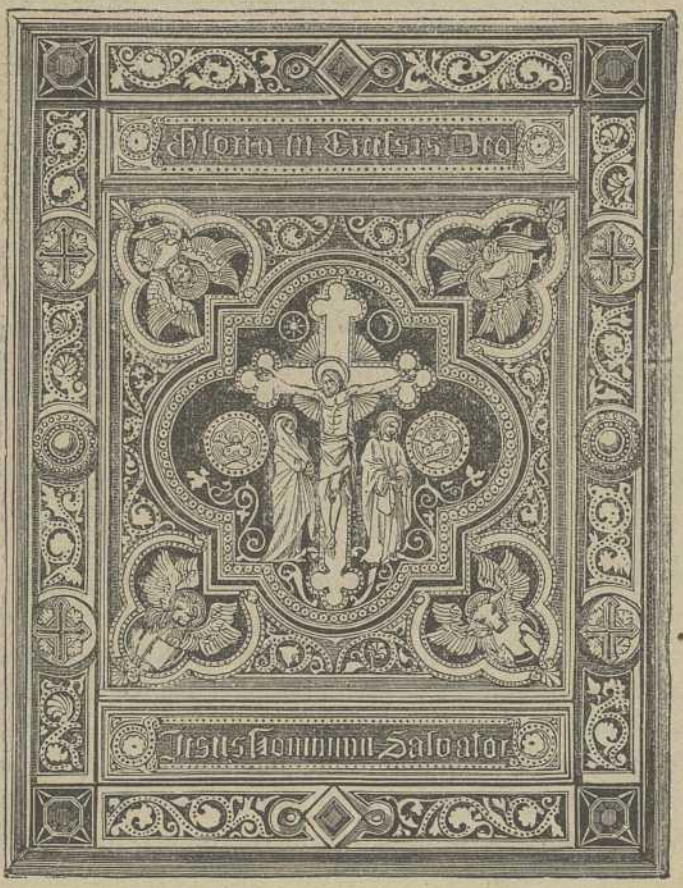


FIG. 738.—Tapa de un libro de rezos, moderno, hecha en Viena para la emperatriz de Austria.

nados á encuadernaciones de mérito artístico, y muchas bibiotecas privadas de esos países dan prueba del primor y maestría de ciertos encuadernadores que miran con desdén las máquinas modernas; pero sus obras resultan demasiado caras para la mayoría de las gentes, y aunque su desdén está justificado desde el punto de vista artístico, no podemos menos de congratularnos de la aplicación de la maquinaria á la encuadernación, por cuanto abarata considerablemente los productos de este arte, sin ser incompatible con cierto grado de primor y elegancia.

La encuadernación mecánica se ha arraigado y desarrollado más especialmente en los grandes centros editoriales, como Leipzig, Stuttgart, Berlín, París y Londres, respondiendo al deseo de gran parte del público literario, de poder comprar desde luego libros encuadernados; algunos grandes editores han montado talleres propios para encuadernar de un modo uniforme y económico los libros que publican, mientras que otros encargan semejantes trabajos en masa, es decir, por ediciones enteras, á grandes establecimientos de encuadernación, que tienen el carácter de fábricas, más bien que el de meros talleres. Allí se ve gran número de herramientas mecánicas movidas á mano, ó mediante motores de vapor ó gas; distinguiéndose máquinas de plegar, de coser, de aserrar os lomos; tijeras mecánicas, ó cizallas, para cortar el cartón, guillotinas para cortar los cantos, glaseadoras ó satinadoras, volantes de estampar y dorar, máquinas de sacar cajos, y otros aparatos diversos. Además, como no faltan trabajos que es preciso ejecutar á mano, y hay que marchar á compás de la marcha rápida de la maquinaria, semejantes establecimientos emplean un número relativamente grande de operarios, los cuales, dedicados siempre á labores determinadas, las verifican con mayor precisión que el encuadernador ordinario de oficio, que trabaja sólo ó con un par de oficiales.

TRABAJOS DEL ENCUADERNADOR

El *encolado* de los pliegos impresos que se le entregaban, constituía antes el primer trabajo del encuadernador, siempre que el papel no fuera de escribir. Los pliegos, en capas delgadas, se pasaban por una disolución caliente de cola y alumbre en agua, y después de prensarlos para exprimir el líquido sobrante, se suspendian sobre cuerdas para que se secaran. Actualmente se suprime, en la mayoría de los casos, esta operación tan trabajosa, en vista de que el público no se muestra tan exigente como otras veces, y también porque el encolado resinoso del papel continuo al tiempo de fabricarse, dificulta, cuando no hace imposible, el encolado ulterior.

Por regla general, pues, la encuadernación empieza con el *plegado* de los pliegos impresos, según las dimensiones de la caja de imprenta, que determinan las del libro; de modo que un pliego impreso en cuarto recibe dos dobleces, y uno en octavo, tres. Sirven de guía en esta operación las llamadas signaturas ó números de registro, que pone el impresor al pie de la primera página ó plana de cada pliego, y se repiten en algunos países en la tercera plana; los agujeritos que dejan en el papel las punturas de la máquina tipográfica, y los números de la paginación que resultan al plegarse la hoja, deben quedar precisamente unos encima de otros. Tratándose de la encuadernación de libros en rústica, esto es, de aquélla cuyos pliegos ya están plegados cuando los recibe el

encuadernador, tendría éste tanto menos que hacer si el plegado estuviera bien hecho; pero en muchos casos sucede lo contrario, y es preciso repasar los pliegos y volver á plegar los que resultan mal doblados.

El plegado á mano, para el que se emplea simplemente un plegador de hueso ó madera dura (fig. 739), es un trabajo que llegan á ejecutar con mucha precisión y presteza las personas que se dedican exclusivamente á él, y por esta razón no ofrecen ventajas especiales para el encuadernador las diversas máquinas de plegar que se han inventado, puesto que su trabajo, aunque más rápido, resulta inferior, por la calidad, al manual; en cambio, son de valor inapreciable para los editores de publicaciones periódicas, cuyo plegado exacto es de mucho menos importancia que el tiempo que en ello se perdería. La primera máquina de plegar se debe al inglés *Black*, y fué premiada en la Exposición de 1851; desde entonces se han construído otras más perfectas, pero partiendo siempre del mismo principio de acción. La fig. 740 reproduce una de Martini y Compañía en Frauenfeld (Suiza): los pliegos se van colocando uno por uno sobre una mesa de marcar, sirviendo de guía al muchacho encargado de la operación los agujeros hechos por las punturas de la máquina tipográfica, ú otra señal equivalente; el tablero tiene una abertura estrecha y prolongada, sobre la cual se extiende horizontalmente una lámina de hierro, sujeta por un extremo á una barra vertical que, á impulso del mecanismo correspondiente, se eleva y deprime alternativamente. Al bajar la lámina arrastra el pliego de papel por la abertura, doblándolo por el medio; debajo de la mesa pasa el pliego, guiado por cintas sin fin, entre cilindros rotatorios que igualan el primer doblez, dejando el pliego bajo una segunda lámina que lo dobla transversalmente; tratándose de la forma en octavo, una tercera lámina se encarga de doblar nuevamente el pliego; pero la marcha es tan rápida, que resultan plegados más de dos mil pliegos por hora, ó sean cuatro veces más que los que es capaz de plegar una persona muy hábil en el mismo tiempo.



Fig. 739.—Plegado á mano.

También existen máquinas que al mismo tiempo que pliegan, verifican una especie de cosido, y reproducimos una de ellas en la fig. 741. Los pliegos no salen unidos entre sí, sino aislados; pero en el doblez del medio, es decir, el que corresponde al lomo, la máquina los agujerea en varios puntos, pasando por cada dos agujeros un hilo corto, cuyos cabos sobresalen al exterior. Reunidos los pliegos correspondientes á un ejemplar de la publicación, sujetos en

una prensa de mano, y untado el lomo con cola, los cabos de los hilos resultan pegados al lomo en diferentes direcciones, asegurando la unión del conjunto. Semejantes máquinas sólo se emplean para formar folletos.

Tratándose de libros, el cosido de los pliegos se verifica de un modo distinto; pero antes de proceder á esta operación son varios los trabajos preparatorios que es preciso hacer. En primer lugar, y suponiendo que se trate de

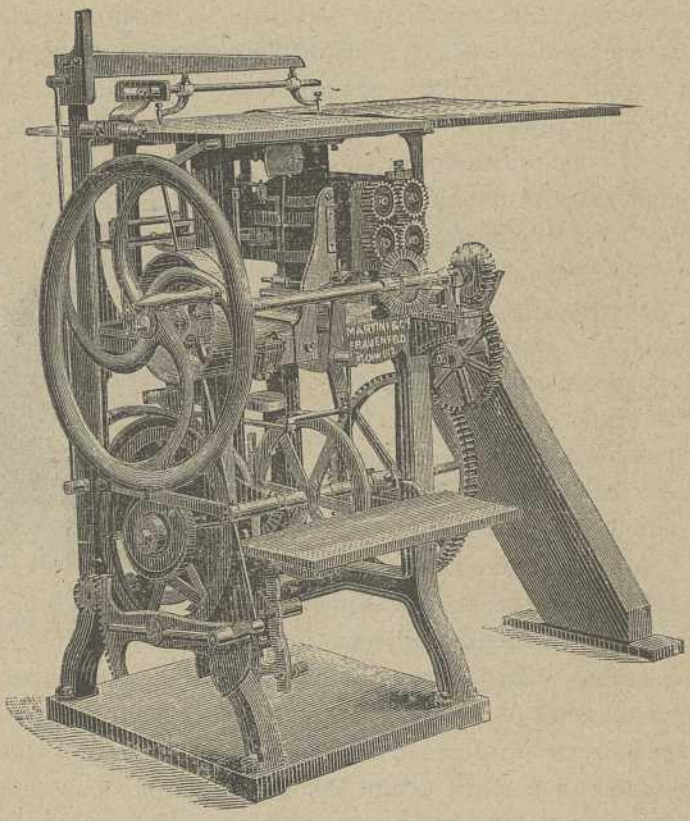


Fig. 740.—Máquina de plegar.

encuadernar gran número de ejemplares de un mismo libro ó tomo, cuyos diversos pliegos se han plegado separadamente, hay que *coleccionar* los correspondientes á cada ejemplar, colocándolos en el orden debido. Por regla general, las pilas, formadas cada una con pliegos de igual signatura, se disponen en fila sobre una mesa ó mostrador, y un muchacho ó una muchacha se pasea á lo largo del mismo, cogiendo sucesivamente un pliego de cada pila y reuniéndolos en la mano izquierda hasta completar el tomo; para abreviar el trabajo, suelen caminar varios muchachos en fila, uno tras otro, coleccionándose á un tiempo otros tantos ejemplares. En los talleres de encuadernación más considerables de Inglaterra, y también en algunos del continente, empléase, por el contrario,

una mesa giratoria, mientras que los operarios (generalmente mujeres) permanecen sentados. El tablero de la mesa es circular, y tiene más de dos metros de diámetro; se halla sujeto á un árbol vertical de hierro que pasa por su centro, y que se hace girar mediante un engranaje y una correa que transmite el movimiento de un motor. Las pilas de pliegos se colocan en el orden debido alrededor de la mesa, junto á la periferia, y las mujeres, sentadas en torno, van cogiendo los pliegos uno por uno á medida que pasan las pilas por delante

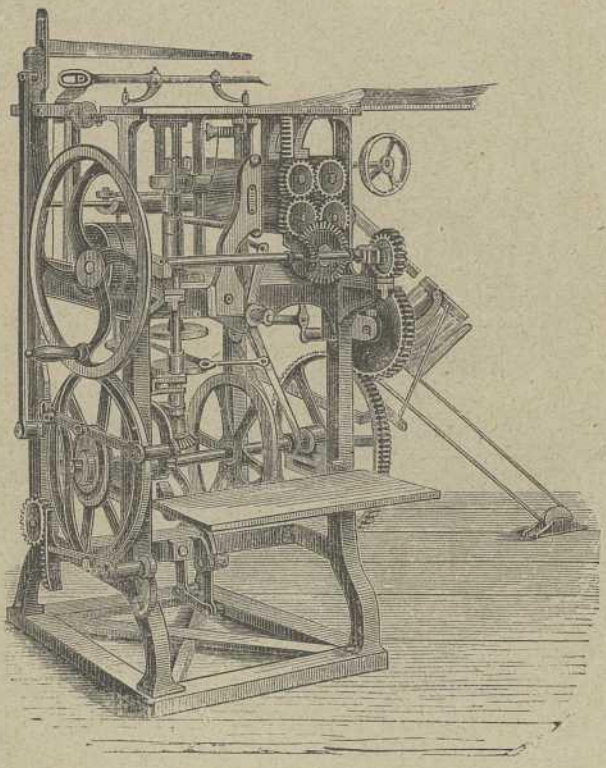


FIG. 741.—Máquina de plegar y coser, para folletos.

de ellas; la mesa gira á razón de tres vueltas por minuto, de modo que las operarias no pueden descuidarse; y si con su mecanismo se combina un contador, se puede saber exactamente el número de pliegos coleccionados, sin necesidad de contarlos á mano.

La rapidez con que suele proceder la operación de coleccionar, ora sea con mesa giratoria, ora por el procedimiento antes referido, puede dar margen á equivocaciones, dejando de cogerse algún pliego, ó cogiéndose dos de la misma signatura; de aquí la necesidad de *colacionar*, es decir, de repasar la colección correspondiente á cada tomo ó ejemplar, para asegurarse de que los pliegos están completos y en orden. Verificado este trabajo, y subsanado cualquier

defecto ú omisión, se procede á pegar el título, si se ha impreso separadamente, así como las láminas, mapas ó planos sueltos que pueda contener la obra, y que en muchos casos es necesario doblar como corresponde; exceptúanse los grabados en cobre, muy negros y recién hechos, así como los cromos revestidos con goma ó barniz, que podrían borrarse ó ensuciar el texto al prensarse

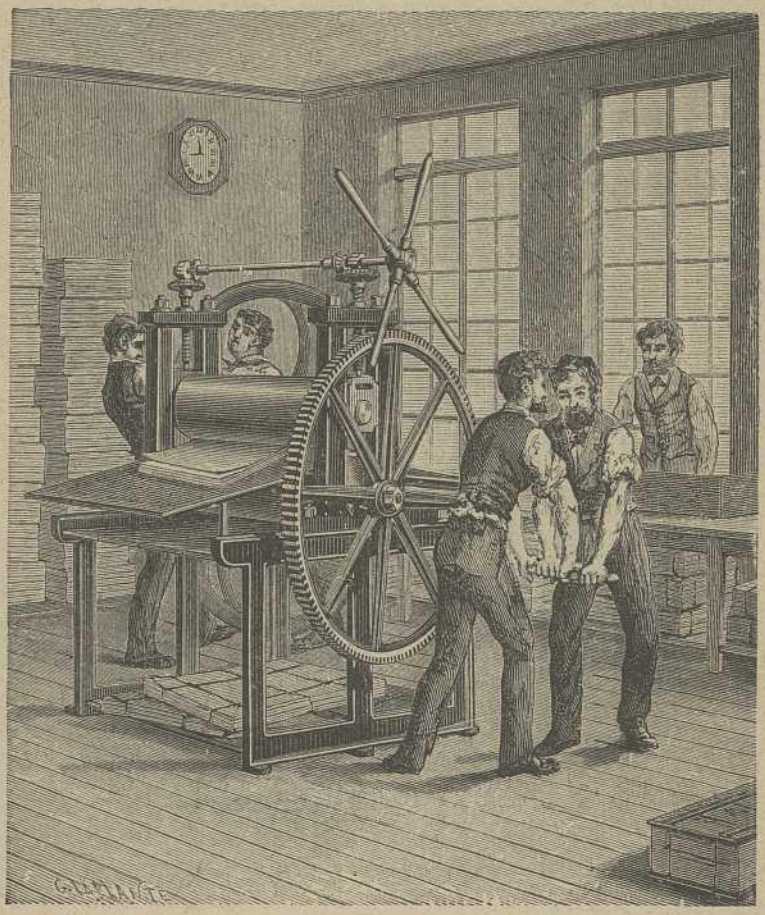


Fig. 742.—Glaseadora

el tomo. En efecto: los ejemplares preparados del modo referido se colocan entre tablas y meten algún tiempo en prensa, cuidando, si la impresión es reciente, de colocar maculaturas, es decir, hojas de papel inservible, entre las páginas para que no se borre ó ensucie bajo la presión. La que se consigue con las prensas de tornillo generalmente en uso, no resulta suficiente para reducir al mínimum posible el grueso de los tomos; razón por la cual se someten éstos después á la poderosa acción de laminadores, llamados glaseadoras ó satinadoras (fig. 742), pasando cada ejemplar del libro entre los cilindros de

aquélla. Antes de la adopción de estas máquinas, el trabajo en cuestión se verificaba á mano, golpeando el ejemplar con un martillo del peso de cinco á diez kilogramos, sirviendo de base, ó yunque si se quiere, una gruesa piedra pulimentada ó una sólida plancha de hierro; este procedimiento se sigue en los pequeños talleres de encuadernación; pero es muy preferible el empleo de una glaseadora.

El *cosido* de los libros se verifica comunmente por medio de un sencillo

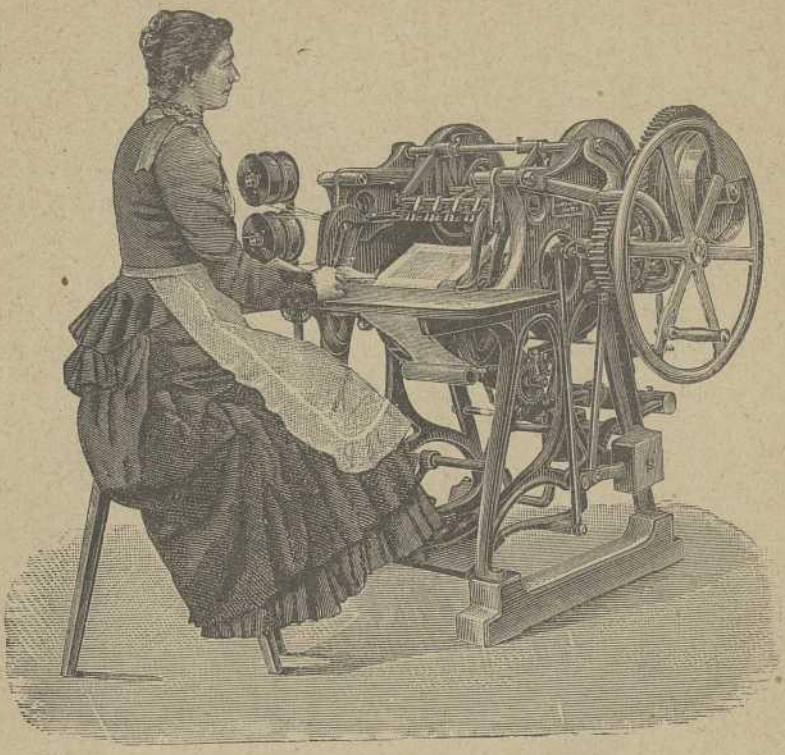


Fig. 743.—Cosido á mano de los libros.

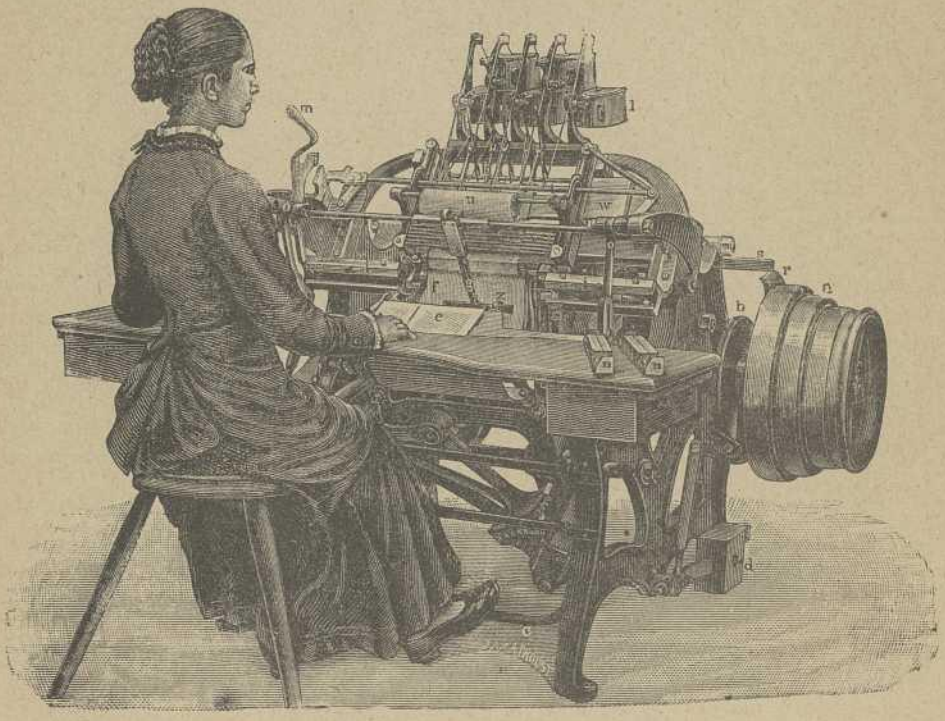
telar (fig. 743), cuyo travesaño superior puede sujetarse á diferentes alturas por medio de dos tornillos de madera que lo sostienen. De este modo se atirantan los hilos maestros, que se sujetan inferiormente á la base del aparato, y constituyen una especie de urdimbre; en nuestro grabado se ven cuatro de dichos hilos; pero según el tamaño del libro, varía el número entre tres y seis. Detrás, y con el lomo apoyado contra éstos, se coloca de plano el libro que se trata de coser, y la operación consiste en perforar el lomo de cada pliego con una aguja ensartada, pasando su hilo por dentro de aquél, y luego alrededor de los hilos maestros. Consisten éstos generalmente en bramante más ó menos fuerte, y se distinguen dos modos de encuadernar, según que los hilos maes-

tros se apliquen simplemente contra el lomo ó queden disimulados en entalladuras transversales, practicadas al efecto en éste; con arreglo al primero, que es el más antiguo, se encuadernan libros impresos de mayores dimensiones, que reclaman un trabajo muy sólido, mientras que el segundo es el que generalmente se halla en uso para los demás libros impresos. Las entalladuras referidas se practican frecuentemente á mano, por medio de una sierra especial, después de sujetar fuertemente el libro en una prensa de mano que sólo deja asomar el lomo; pero en los talleres más considerables empléase al efecto una máquina, en la que giran en torno de un eje común tres ó cuatro pequeñas sierras circulares asomando sus dientes entre las barras paralelas del fondo de un cajón, en el cual se sujetan varios libros ó paquetes de pliegos con el lomo hacia abajo, y que se desliza sobre el banco de la sierra. Con esta máquina se trabaja seis veces más rápidamente, y con mayor precisión, que á mano. Para los libros de contabilidad, consisten los hilos maestros en tiritas ó cintas de cuero ó pergamino, aplicados de plano contra el lomo, y que, aparte de su mayor solidez, permiten que el libro se abra más fácilmente. Los mismos hilos maestros atirantados en un telar, pueden servir para varios libros de igual tamaño, colocados uno encima de otro, á medida que adelanta el trabajo; pero sea de este modo, ó bien cosiendo libros aislados, dichos hilos se cortan de modo que á cada lado del lomo sobren cabos cortos, que sirven, después de deshilados, para sujetar las tapas del libro, como explicamos más adelante.

Una mujer hábil, dedicada al trabajo que acabamos de describir, puede coser diariamente de 2.000 á 3.000 pliegos; pero hoy se emplean en el cosido de libros máquinas de construcción especial, que trabajan de seis á diez veces más rápidamente. Esta novedad, que data de diez á doce años, se debe á los hermanos *Brehmer*, de Plagwitz, cerca de Leipzig, cuyo primer invento consistió en una máquina (véase la lámina XV), que traba ó une automáticamente los pliegos mediante pequeñas lañas de alambre fino de hierro estañado, que tienen esta forma ⌐¬. Como indica claramente nuestro grabado, el alambre se arrolla en carretes situados á un lado de la máquina, la cual va tomando, digámoslo así, el que necesita para la sujeción de cada pliego, cortándolo en pedazos del largo debido, que convierte en lañas; los dos cabitos de éstas atraviesan el papel desde adentro, perforan también la tela ó las cintas que hacen las veces de los hilos maestros del telar ordinario, y se doblan sobre el lomo, uniendo firmemente el pliego á dichas cintas. Según el tamaño de libro, varía el número de lañas correspondientes á cada pliego; pero la máquina las hace pasar todas á un tiempo, y el único trabajo del operario consiste en ir metiendo los pliegos uno tras otro, y pisar un pedal para sujetarlos momentáneamente. El mecanismo principal funciona á impulso de un árbol, que se puede hacer girar á mano por medio de un volante y una manivela, ó que



Máquina de coser libros con alambre.



Máquina de coser libros con hilo.

recibe el movimiento de un motor de vapor ó gas, mediante una correa de transmisión. Dichas máquinas se han introducido en todos los talleres de encuadernación algo importantes de Alemania y demás países, y como ya dijimos, surten de seis á diez veces el efecto de una costurera hábil con el telar.

El cosido con alambre supone un papel de buena calidad y sólido, no siendo aplicable á papeles de clase inferior; además, y si bien por sus condiciones inmejorables ofrece ventajas de importancia, no está exento de inconvenientes, que no se dan en un sólido cosido con hilo. Por esta razón se ha intentado repetidas veces la construcción de una máquina de coser libros con hilo, problema que ha sido resuelto satisfactoriamente hace poco por los referidos hermanos Brehmer. Este segundo invento, que reproducimos también en la lámina adjunta, puede definirse como una máquina de coser

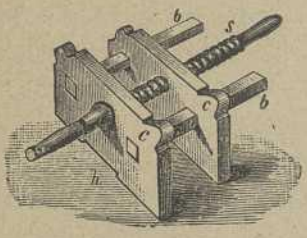


FIG. 744.—Prensa de mano.

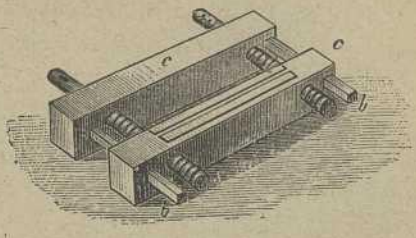


FIG. 745 —Ingenio.

combinada con un telar, pudiendo servir como hilos maestros ó urdimbre tiras relativamente anchas de tela, cintas estrechas ó bramantes. No se asierran los pliegos en el lomo, de modo que el procedimiento de encuadernación es el antiguo. Los hilos maestros se desarrollan desde la parte superior de la máquina, y aún más arriba se encuentran los carretes de hilo fuerte de coser, en número de tres á cinco, según el tamaño del libro; dichos hilos se ensartan en un número correspondiente de agujas, con el ojo junto á la punta, y los pliegos se suspenden uno por uno sobre una regla oscilante de hierro, que presenta sucesivamente cada lomo á las agujas. Éstas perforan los hilos maestros y el papel desde afuera, y al retirarse, sus hilos forman, en el interior del pliego, lacitos á traves de los cuales pasa una lanzadera provista del correspondiente hilo de sujeción, como en las máquinas de coser telas. Se necesita un muchacho ó muchacha para ir metiendo los pliegos; pero el mecanismo principal sólo puede funcionar á impulso de un motor mecánico, por reclamar más fuerza que la máquina de coser con alambre, igualando á ésta respecto de la rapidez con que trabaja.

Después del cosido, ora sea á mano, ora á máquina, se procede á encolar el lomo del libro, empleando al efecto cola caliente, no demasiado espesa, que se extiende sobre la superficie en una capa delgada, que se frota con la boca de un martillo para que rellene bien todos los huecos. Secado el lomo, se cortan

los cantos, operación que antes se verificaba exclusivamente (y se verifica todavía en los talleres más modestos) por medio del llamado *ingenio*, pero que hoy se practica ya en la mayoría de los casos, al menos en el extranjero, con la ayuda de una máquina llamada *guillotina*. Con arreglo al procedimiento antiguo, se sujeta el libro en una prensa de mano (fig. 744), de modo que sólo asome en la parte superior de ésta el canto que se trata de igualar, y sobre éste se lleva el ingenio (fig. 745), que es una especie de cepillo que tiene un hierro afilado en su parte inferior y en un lado *(h)*; los largueros *c c* del ingenio se apoyan y deslizan sobre los de la prensa á impulso del operario, cortándose el canto del libro lateralmente, pues á medida que se profundiza el corte el operario va juntando los largueros del ingenio, dando vueltas a tornillo *s*, cuyos dos extremos sirven de manezuelas.

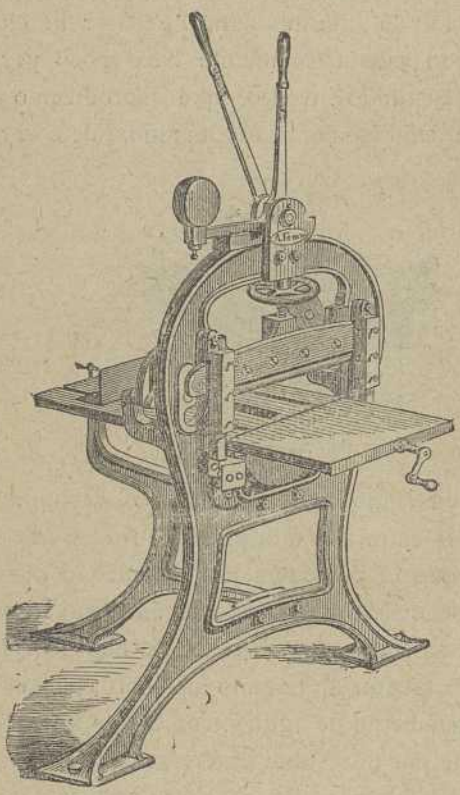


FIG. 746.—Guillotina de palanca.

Este trabajo se verifica mucho más cómoda y rápidamente, y con mayor precisión, mediante la *guillotina*, que se construye con arreglo á diferentes sistemas, siendo los principales el que determina la acción de la cuchilla por medio de una palanca, y el que se vale para esta función de ruedas de engrane y una excéntrica: la fig. 746 muestra una guillotina del primer género, en la cual la cuchilla horizontal baje y sube á impulso de una palanca de mano, verificando un movimiento ligeramente oblicuo, merced á una guía de media luna; mientras que la fig. 747 reproduce una guillotina de excéntrica, cuyo cuchillo, también horizontal, se mueve con una oblicuidad mucho más pronunciada, elevándose, después de completar su carrera descendente, á impulso de la misma excéntrica que determina la bajada; en este caso, el movimiento puede producirse á mano, dando vueltas á un manubrio, ó bien por un motor mecánico, mediante una correa de transmisión. En semejantes máquinas, el libro cuyos cantos se trata de cortar (ó bien varios ejemplares sobrepuestos, si lo permite la amplitud de la carrera de la cuchilla), se sujeta sobre la mesa ó platina de hierro, en la posición debida, por medio de una prensa de tornillo, haciendo funcionar la cuchilla cuando el libro se halla

firmemente sujeto. Con las guillotinas ordinarias es preciso aflojar la prensa y volver el libro para presentar otro canto al cuchillo, repitiéndose esta operación tres veces por cada tomo ó pila de tomos; pero en las máquinas de construcción perfeccionada, como la de la fig. 747, la platina es giratoria; de modo

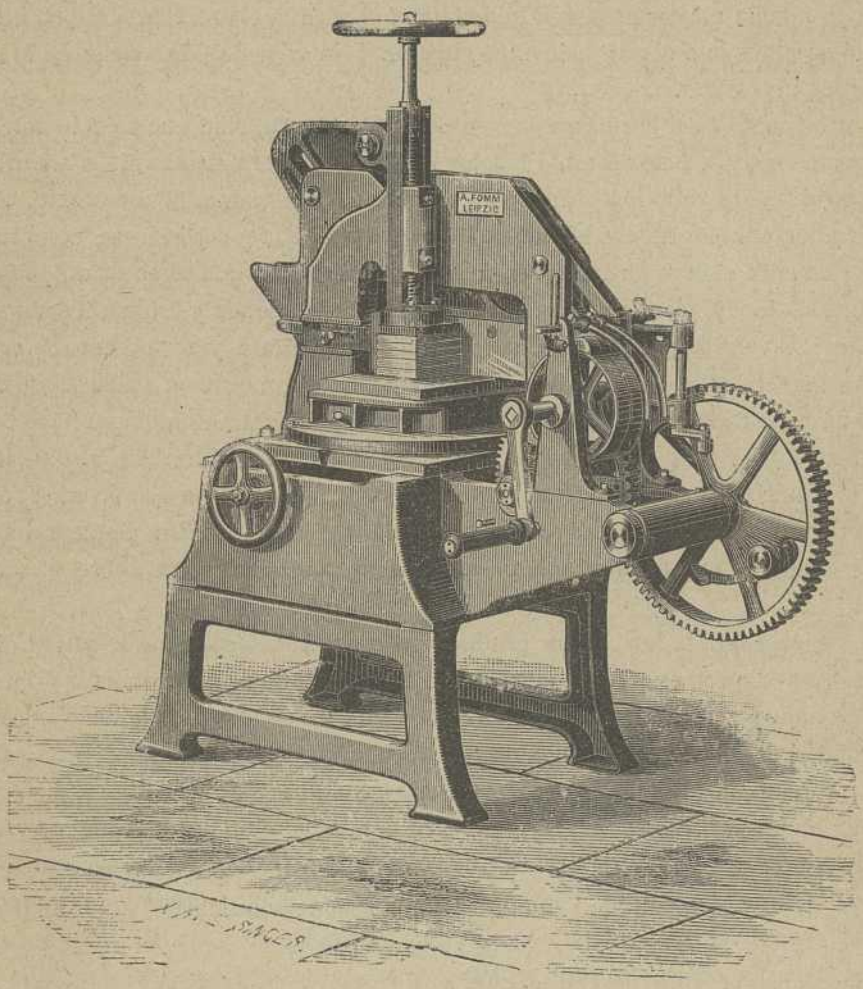


FIG. 747.—Guillotina de excéntrica.

que, una vez sujetos los libros con la prensa, basta volver la platina mediante un pequeño volante de mano, para presentar sucesivamente los cantos á la cuchilla. De esta manera pueden cortarse por los tres lados en una hora de 40 á 60 pilas de libros.

Cortados los cantos, el libro ofrece el aspecto de un bloque rectangular de papel, algo más grueso en el lado del lomo, en virtud de los dobleces de los pliegos. Su grueso se iguala todavía en muchos casos con arreglo al procedi-

miento antiguo, que consiste en golpear con un martillo los bordes del lomo, de manera que éste resulte ligeramente redondeado, presentando entonces el canto principal una concavidad correspondiente. Pero hace tiempo que, en los talleres mejor montados, se verifica esta operación por medio de una máquina especial, que obra, no por golpes, sino por presión, y trabaja más rápidamente y con mucha mayor precisión que el hombre. Según el procedimiento antiguo, sólo se procede á cortar los cantos superior é inferior del libro después de redondeado el tomo.

Los cantos del libro rara vez se dejan en blanco, sino que se colorean de diversos modos, ó se doran. El color uniforme (generalmente rojo ó amarillo) se produce pintando los cantos con carmín, cinabrio, amarillo de cromo, etc., desleídos con engrudo ó blanco de huevo; durante la operación se comprime fuertemente el libro en una prensa de mano, á fin de que el color no penetre entre las hojas, y en la prensa queda hasta que se sequen y bruñen los cantos, lo que se verifica por medio de un bruñidor de ágata y un poquito de cera. Una manera muy común de colorear los cantos consiste en salpicarlos con pintura desleída en agua; con arreglo al procedimiento antiguo, se hace esto por medio de un pincel tieso cuyas cerdas se doblan con un dedo y se sueltan de repente; pero el salpicado se verifica mejor y más pronto mojando en el color un cepillo y pasándolo sobre una tela metálica sujeta en un pequeño bastidor, de modo que el color que pasa por este tamiz se reparta sobre el canto del libro.

El jaspeado de los cantos produce mucho mejor efecto que el color unido ó salpicado, pero es trabajo que reclama mucha práctica: se prepara primero el llamado fondo de jaspear, echando en una caja poco profunda de cinc cierta cantidad de un mucílago obtenido por la cocción de líquen islándico en agua ó por el remojo de goma de tragacanto; dicho fondo se salpica entonces mediante un pincel, con colores especiales, en cuya composición entra la hiel de vaca, y cuyas gotitas tienen la particularidad de extenderse bastante, pero sin confundirse unas con otras, comprimiéndose, por último, mutuamente, de modo que forman vetas parecidas á las de los marmoles de color. El libro se comprime fuertemente entre dos tablitas, y sus cantos se inmergen con cuidado en el baño, quedando adheridos á la superficie de aquellos los colores que flotan sobre el mucílago. Por semejante modo puede el encuadernador producir los jaspeados más diversos, variando la combinación de colores. Se ha probado otra manera de producir el jaspeado, mediante rodillos de cautchuc debidamente entintados; pero el resultado no puede compararse con el obtenido por el procedimiento descrito.

El dorado de los cantos supone aún mayor destreza y cuidado que el jaspeado: el libro se comprime entre tablas, de modo que la superficie del canto sobresalga un poco; ésta se alisa bien raspándola con una cuchilla y se frota

con tierra de Armenia, extendiendo entonces sobre este fondo los panes de oro, que se fijan por medio de blanco de huevo diluído; el canto dorado, después de seco, se pulimenta con bruñidores de ágata. En algunos casos, y tratándose, naturalmente, de encuadernaciones de lujo, los cantos dorados se cincelan; es decir, que con los llamados punzones de cincelar, cuyas bocas tienen forma de estrellitas, puntitos, etc., se imprimen en el dorado dibujos determinados. Semejantes trabajos son difíciles de ejecutar con primor, y en su virtud, se ha construído una máquina especial que produce dicho cincelado mucho más rápidamente y más barato; pero este modo de adornar los cantos no llama la atención del público en general, y el inventor de la máquina en cuestión no ha hecho fortuna. Otro modo de adorno consiste en estampar sobre los cantos, previamente pintados de un color uniforme, un dibujo dorado ó plateado, á modo de bordado ó encaje: semejante dibujo se graba primero al agua fuerte en una plancha de cinc, y se entinta, mediante un rodillo de impresor, con el llamado barniz de oro; después se extiende sobre la plancha una membrana formada con la masa de los rodillos de imprenta (cola y melaza), oprimiéndola con cuidado con una bala blanda, y entonces se traslada la membrana al canto del libro, volviendo á oprimirla ligeramente para dejar estampado el dibujo en el barniz; en seguida se retira la membrana y se pinta el canto con bronce de oro ó plata, que se adhiere á las partes barnizadas haciendo resaltar el dibujo. Este adorno halló al principio mucha aceptación; pero se desacreditó después, porque se desgasta pronto con el uso del libro.

Concluído el pintado ó adorno de los cantos, procede el encuadernador á forrar el libro, colocando las tapas y revistiéndolas, así como el lomo, con cuero, tela, papel, etc. El cartón para las tapas se corta con arreglo á las dimensiones del libro, verificándose la operación á mano, es decir, con cuchillo y regla, en los talleres más modestos, ó bien por medio de la cizalla, que es una tijera mecánica de palanca que se mueve á mano. En los grandes establecimientos de encuadernación se emplean al efecto máquinas de construcción especial (figura 748), consistentes en una serie de cuchillas circulares, fijas á un árbol horizontal á intervalos correspondientes al tamaño de las tapas, y que giran con velocidad á impulso de un motor. Con semejante máquina puede un operario cortar en un día unas 20.000 tapas.

Antes de poder sujetar los cartones al libro, es necesario formar los rebordes del lomo, ó sean los *cajos*, como se dice en el lenguaje técnico, que sirven de apoyo para aquéllos. Esto se hacía antes exclusivamente á mano, sujetando el libro entre dos tablas, dejando sobresalir tres ó cuatro milímetros del lomo, y doblando hacia fuera los bordes de éste á fuerza de golpes de martillo. Pero en los talleres mejor montados se verifica hoy este trabajo por medio de la máquina de sacar cajos, en la cual un cilindro oscilatorio, que se oprime

fuertemente contra el lomo del libro, haciéndolo pasar al mismo tiempo de un lado á otro del mismo, produce igual efecto que los golpes de martillo, con mucha mayor precisión y rapidez.

Las tapas pueden sujetarse al libro de diversas maneras; pero siempre el medio principal de sujeción lo constituyen los cabos de los hilos maestros del cosido, ora sean de bramante ó de cinta, que se abren y extienden sobre el cartón, pegándolos con cola. Por regla general, el lomo del libro se reviste también con una tira de cartulina ó papel muy grueso, cuyos bordes se extien-

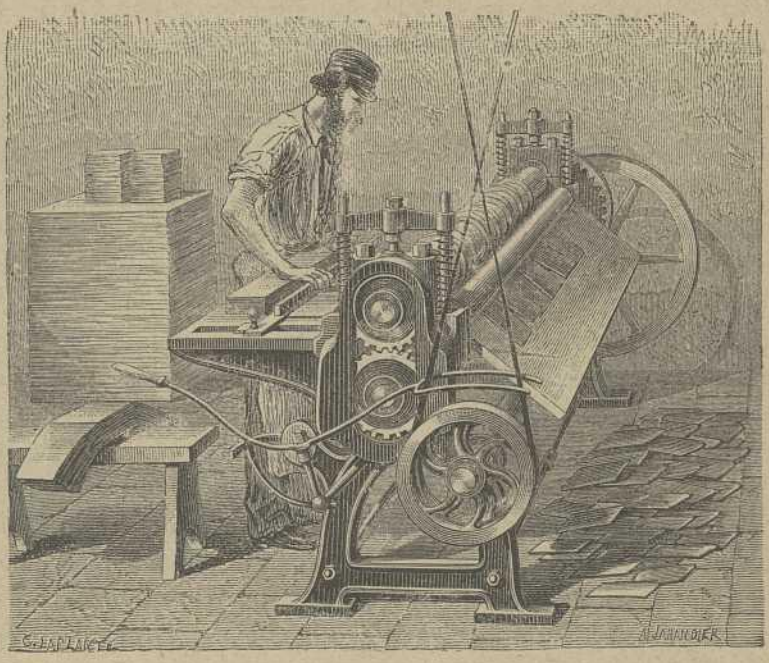


Fig. 748.—Máquina para cortar tapas.

den y pegan sobre los de aquél hasta los cajos; por lo demás, dicha tira no está unida al lomo, separándose de él cuando el libro se abre, y aplicándose de nuevo cuando el libro se cierra, por cuya razón debe tener cierta elasticidad. A veces se prescinde de la cartulina referida, pegando directamente sobre el lomo la cubierta exterior de cuero ó tela; pero los libros encuadernados de este modo nunca se abren tan bien ni tienen tan buen aspecto como con el lomo hueco ó suelto.

Terminadas las operaciones referidas, se halla el libro en estado de poder recibir la cubierta ó forro, para el cual se emplean diversos materiales, como pergamino, cuero, telas de algodón, lino y seda, terciopelo y papel, que se pegan sobre el cartón de las tapas y lomo con cola ó engrudo, doblando las orillas sobre los bordes y pegándolas al interior; las orillas del forro de cuero

se adelgazan por medio de un cuchillo especial, á fin de que no abulten demasiado afeando la obra. Hoy se encuadernan muchos libros antes de ponerse á la venta, y en este caso, es decir, tratándose de un número considerable de ejemplares, resulta más expedito y económico formar las tapas separadamente, ó sea forrar los cartones con tela, cuero, etc., antes de sujetarlas al libro cosido. De la misma manera preparan muchos editores las tapas destinadas á las obras que publican por cuadernos; tapas sueltas que cualquier encuadernador puede poner al libro después de concluido. En semejante fabricación de tapas al por mayor se emplean también aparatos que no se encuentran en los talleres ordinarios, como, por ejemplo, las máquinas de cortar cartones antes referida (fig. 748), y una especie de laminador con cilindros de hierro revestidos de cautchuc, que sirve para unir más perfectamente el forro encolado con el cartón, operación que de ordinario se verifica á mano por medio de una plegadera. Colocado el forro exterior, se forma también la parte interna de las tapas, pegando sobre la misma una hoja de papel blanco, de color ó jaspeado, previamente cosido al libro; con lo cual, no sólo se cubre el cartón y las orillas del forro externo, prestando mejor aspecto á la obra, sino que se da mayor solidez á la encuadernación.

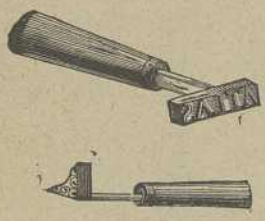


Fig. 749.—Estemple de filete.

Los trabajos del encuadernador que nos quedan por referir, se relacionan con la estampación de títulos y demás letreros y adornos en el forro del libro, constituyendo lo que cabe llamar la parte artística del oficio, que en otros tiempos se verificaba exclusivamente á mano, pero que hoy se encarga en gran parte á la máquina. Con arreglo al procedimiento manual, dichos adornos se estampan por medio de pequeños estemples grabados, de latón y con un mango, que se calientan previamente hasta cierto grado, porque sólo mediante el calor resulta una impresión permanente. Los filetes se producen por la presión de un estemple encorvado (fig. 749), ó bien mediante una ruleta (fig. 751), que se hace rodar sobre el forro del libro, oprimiéndola fuertemente al mismo tiempo; los estemples para esquinas, etc. (fig. 750), tienen superficies grabadas planas; los letreros se estampan por lo general por medio de la caja de letras (fig. 753), en la que se colocan y sujetan letras de molde como las de imprenta, y que se calienta también al tiempo de emplearlas. Muchos adornos se producen de este modo directamente sobre la superficie del cuero ó la tela; pero otros, y más en especial los letreros, se doran, á cuyo efecto los sitios correspondientes de las tapas ó lomos del libro se revisten con oro en panes mediante un poco de blanco de huevo, aplicando después los estemples ó la caja de letras calentada; bajo la presión de estos instrumentos, las partes del oro correspondientes á sus relieves quedan firme-

mente unidas al cuero ó la tela, mientras que el oro sobrante se puede quitar fácilmente. Con los forros que no pueden humedecerse se emplea, para sentar el oro, albúmina seca ó ciertas gomorresinas en polvo fino, que se ablandan al calor del estemple.

Como dijimos más arriba, la parte artística de la encuadernación era objeto en siglos pasados de un cuidado preferente, y desde la Edad Media, las encuadernaciones en cuero de Grolier, le Gascon, Maioli, Clovis Eve, y otros, constituyeron estilos especiales, al par que obras de mucho mérito, que sirven todavía de modelos á los mejores encuadernadores franceses é ingleses de nuestros días. Aquellos artistas no se contentaban con sólo adornos estampados á mano y dorados, sino que producían con cueros de diversos colores una especie de mosaico de efecto sumamente hermoso; estos cueros se cortaban



FIGURAS 750 y 751.—Estemples varios.

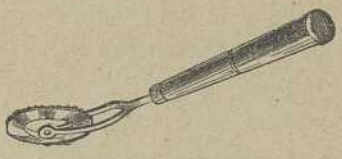


FIG. 752.—Ruleta.

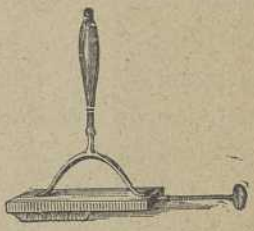


FIG. 753.—Caja de letras.

en pequeños pedazos, correspondientes por sus contornos á determinados dibujos ó figuras, y después de adelgazarlos se pegaban sobre el forro de cuero del libro, estampando luego con la ruleta finas líneas de oro en torno de ellos. Este trabajo no debe confundirse con otro mosaico de cuero mucho más moderno, que consiste en formar figuras ó dibujos con pedacitos de cuero de diversos colores, juntándolos entre sí por sus bordes con la mayor precisión, á fin de que el conjunto parezca formado de una sola pieza. Nuestra fig. 754 reproduce un hermoso trabajo de mosaico de cuero y dorados á mano, ejecutado por *Fritzsche*, de Leipzig.

Otro arte muy antiguo, que en nuestros tiempos ha vuelto á cultivarse con fruto, especialmente en Viena, es el estampado de cueros en relieve, que se aplica hoy como antes, no sólo á la encuadernación de libros, sino también á diversos objetos, cual papeleras, saquitos, petacas, forros para sillas, etc. La figura 755 representa las sencillas herramientas que se emplean en este género de trabajo, consistentes en un cuchillo de forma especial, varios punzones con boca en forma de perla, estrellita, circulito, etc. (véase la fig. 756), un hierro de modelar y un martillo ligero. El material consiste siempre en cuero de vaca sin teñir, ó sea de color natural, en cuya superficie se traza primero el dibujo, en cuyos contornos el cuero se rebaja luego, con el cuchillo, hasta la mitad

de su grueso primitivo; después se humedece el cuero, y por medio del hierro de modelar se hunden todas las partes intermedias entre aquellos contornos, con lo cual se presta al dibujo cierta plasticidad ó relieve; las partes que deban

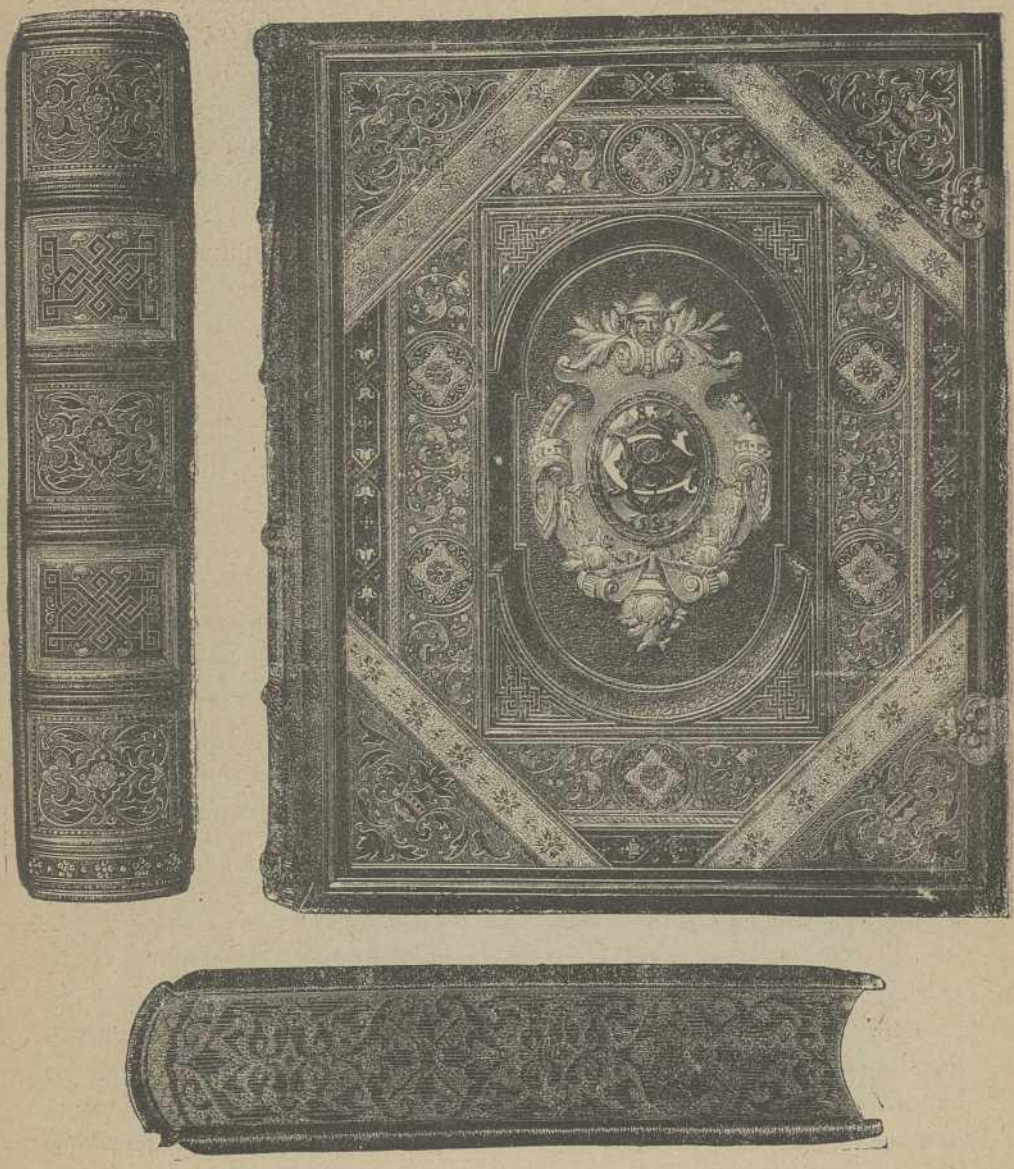


FIG. 754.—Encuadernación en mosáico de cuero, con dorados á mano, ejecutado por Fritzsche, de Leipzig.

resaltar de un modo más pronunciado, se repujan entonces con dicho hierro desde la cara posterior del cuero, y las concavidades producidas se rellenan con una masa cerosa, procediendo al modelado propiamente dicho, que consiste en dar á las figuras del dibujo su forma acabada, frotando y compri-

miendo el cuero desde el anverso con el hierro de modelar. Los espacios planos que constituyen el fondo general se adornan, por último, estampándolos con estrellitas, perlas, etc., mediante los punzones referidos y el martillo, lo que contribuye también á dar mayor realce á las partes plásticas de la obra; y después de prestar al cuero un color pardo por medio de lejía ó potasa disuelta, se reviste con él el libro ú objeto á que se destina. Reproducimos en la figura 757 un hermoso ejemplo del género, debido también al célebre encuadernador Fritzsche.

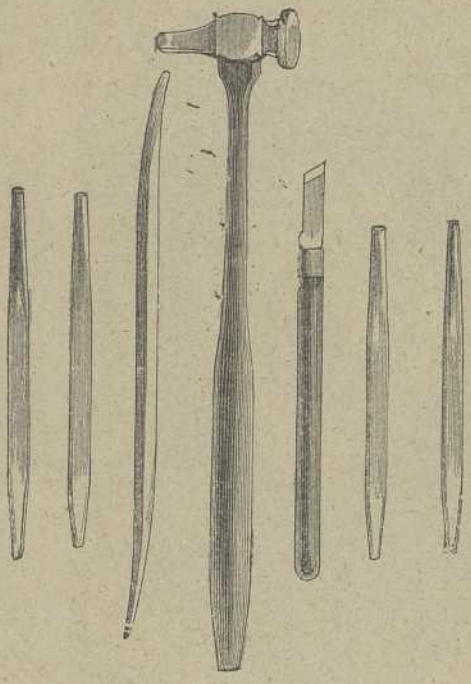


Fig 755.—Herramientas para el estampado en relieve.

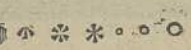


Fig. 756.—Bocas de punzones.

El adorno á mano de las tapas de libros constituye siempre un trabajo lento, incompatible con las exigencias de nuestra época; y no es extraño que, de cuarenta años á esta parte, las encuadernadores hayan adoptado tan generalmente las máquinas especiales de estampar y dorar. Estas prensas se construyeron primero en Inglaterra y han sufrido desde entonces muchas modificaciones, recibiendo por lo común la forma que reproducimos en la fig. 758. El puente, ó sea la parte superior de la prensa, es fijo, atornillándose á él inferiormente la caja destinada á recibir la plancha grabada que produce la estampación; caja con aberturas para introducir los hierros candentes, mecheros de gas del alumbrado, ó vapor de agua, mediante los cuales se obtiene el grado de calor necesario. Por debajo de dicha caja se encuentra la mesa ó platina de la prensa, sobre la que se coloca la tapa por estampar, y que puede moverse en sentido vertical entre las dos columnas de la máquina, á impulso de un sistema de palancas de codo movido á mano. Las planchas grabadas, sin las que de nada serviría la máquina de que hablamos, se hacen de latón, grabándose de modos distintos según que se destinen á la estampación en relieve, en rebajo, dorada ó en colores. Para la primera, se graban las planchas en rebajo, y se emplean en unión con una matriz que prepara el encuadernador mismo con cartón ó cuero. La estampación de adornos ó letreros en rebajo, dorados ó sin dorar, supone planchas grabadas en

relieve, como las de madera empleadas en la imprenta, pero con la superficie del dibujo bien pulimentada; mientras que las planchas destinadas á estampar con colores que se graban de la misma manera, deben tener una superficie



Fig. 737.—Cartera de cuero estampado en relieve, ejecutado por Fritzsche, de Leipzig.

menos lisa, á fin de que tome el color cual corresponde. Salvo la estampación en colores, todas las operaciones á que se destina la máquina de que hablamos se verifican en caliente, y se necesita cierta práctica para conocer la temperatura más conveniente para los diversos materiales con que se forran los libros. Las planchas grabadas se sujetan á la cara inferior de la caja referida

después de revestir su parte posterior con un pedazo de cartón, para que tengan cierta elasticidad bajo la fuerte presión á que han de someterse. Las tapas ó lomos de los libros que deban estamparse se colocan sobre la platina de la máquina, y mediante un tirón de la palanca de mano, resultan oprimidos contra la plancha grabada. Si se trata de dorar los adornos ó letreros, se preparan las tapas primero con blanco de huevo y se revisten con panes de oro, metién-

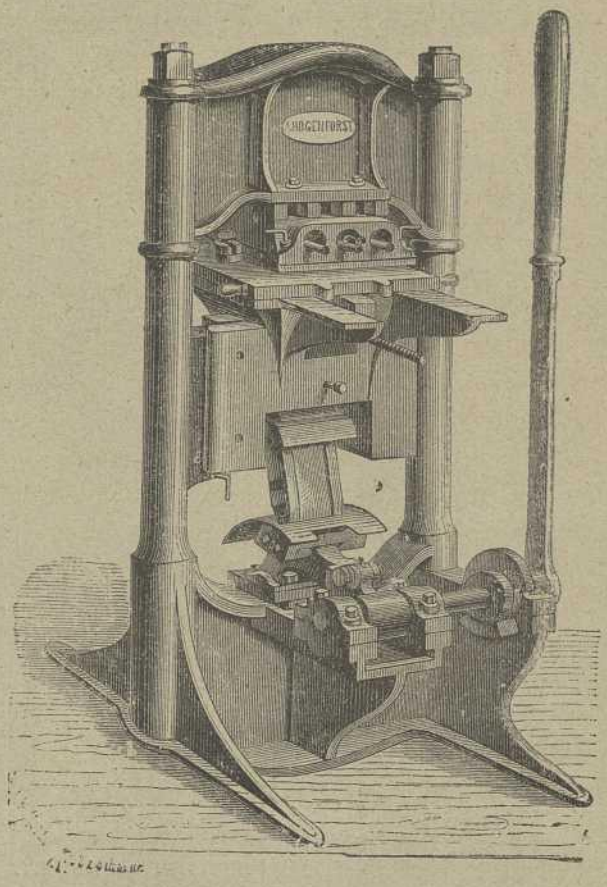


FIG. 758.—Prensa de estampar y dorar.

dose entonces en la máquina para sufrir la estampación correspondiente; después se someten, en el interior de una caja cerrada, á la acción de un cepillo giratorio, que quita en un momento todo el oro sobrante. Este se reune en el fondo de la caja y se recoge de vez en cuando para fundirlo y volver á utilizarlo; y nuestros lectores pueden juzgar de la importancia de algunos establecimientos de encuadernación del extranjero, sabiendo que los hay que reunen al cabo del año desperdicios de oro por valor de 20.000 á 30.000 pesetas. La estampación en colores supone el entintado de la plancha grabada con un color

especial, que se verifica por medio de un rodillo, como en la imprenta, repitiéndose antes de meter en máquina una nueva tapa. Las primeras estampaciones de este género, se produjeron en Inglaterra hace unos veinte años, obteniéndose con el negro, en combinación con el dorado, efectos muy bonitos; pero desde entonces se ha perfeccionado el procedimiento de tal manera, que se estampan hoy en las tapas de muchas obras de lujo ó destinadas á regalos, no sólo meros adornos, sino verdaderos cuadros de género, paisajes, flores, etc., de diversos colores, que resultan en muchos casos tan bien hechos como las mejores cromolitografías. Claro está que trabajos semejantes no se producen de una vez, sino que suponen el empleo sucesivo de varias planchas grabadas, siendo preciso estampar cada tapa, cuatro, seis ó más veces.

FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE VIENA

Los encuadernadores de libros se dedicaron desde antiguo á otros trabajos secundarios, como la elaboración de carteras, cartapacios, álbums, cajas de cartón, estuches, el forrado con lienzo de mapas, planos, etc., y andando el tiempo algunos de estos trabajos han llegado á constituir especialidades, practicándose con independencia de la encuadernación propiamente dicha. Tal sucedió, hace próximamente un siglo, con la fabricación de carteras y objetos de cuero análogos, que adquirió en Offenbach (Gran Ducado de Hessen) las proporciones de una industria especial, y se arraigó posteriormente en la capital de Austria, como rama de la fabricación de los llamados "artículos de Viena„, desarrollándose más tarde en París. Con el nombre genérico que acabamos de citar, se designa toda clase de pequeños objetos de utilidad ó adorno, más ó menos artísticos, hechos de metal, maderas finas, marfil, cuero ó pieles y otros materiales, que desde Viena, más especialmente, inundan los mercados, y se encuentran hoy en todos nuestros salones, despachos, tocadores, etc.; pero en este capítulo sólo nos referimos á los en cuya composición entra el cartón y el cuero, tales como carteras, petacas, portamonedas, saquitos y cosas por el estilo.

Los principales materiales empleados en la fabricación de semejantes objetos son las pieles de Rusia, de tafilete y de ternera, que se imitan con badana para los artículos inferiores; pero además se utilizan diversas pieles raras ó finas, como las de foca, cocodrilo y tiburón, y también el pergamino, el terciopelo, raso, seda, etc. Dada la variedad extraordinaria de los artículos de que hablamos, no sería posible en un libro como éste describir los diversos medios y procedimientos de fabricación, y nos vemos obligados á ceñirnos á meras generalidades. Para cada objeto de forma nueva se prepara un dibujo de tamaño natural, con arreglo al cual se forman los modelos necesarios y se cor-

tan las pieles, etc. Generalmente hablando, se distinguen objetos duros ó tiesos, que tienen una base de madera ó un marco ó armazón metálico, sobre los cuales se extiende la piel, y objetos blandos ó flexibles, que sólo se componen de cuero, ó tienen, cuando más, una base de cartulina delgada. La elaboración de estos últimos es mucho más difícil que la de los primeros, y se verifica casi enteramente á mano; mientras que en la de los objetos duros se apela á la ayuda de diversos aparatos ó máquinas especiales. En el adorno de los artículos, el mosaico con cueros de diversos colores de que hablamos más arriba desempeña un papel importante, combinándose también con la estampación y el dorado; y diversas modificaciones de estos procedimientos contribuyen á la variedad que constituye la característica de los productos vienenses y responde tan bien á los gustos y caprichos del público.



GUARNICIONERIA, ZAPATERIA Y GUANTERIA

Elaboración del cuero.—Zapatería á mano y fabricación mecánica del calzado.—Guantes de piel y su fabricación.

La industria del cuero, y cuanto con la misma se relaciona, comprende un campo tan vasto, que no podemos pensar siquiera en abarcarla completamente en este libro, siendo preciso limitarnos á considerar sucintamente sus ramas más importantes. La producción y el consumo del cuero siguen creciendo de año en año, y los progresos técnicos de nuestros días que se relacionan con la preparación y la elaboración de tan útil material, son tan numerosos como notables. Para sólo citar un ejemplo, los curtidores de antaño nunca lograron producir con la piel del caballo sino un cuero de calidad muy inferior, y atribuían la falta á la naturaleza del animal; mientras que hoy se convierte sin dificultad dicha piel en un cuero enteramente igual al de ternera ó al más fino de vaca.

Mientras los cambios de circunstancias y gustos, debidos á la evolución social, tienden en general á favorecer industrias nuevas con perjuicio grave de otras más antiguas, los adelantos modernos sólo han ejercido sobre la industria del cuero una influencia beneficiosa. La de los ferrocarriles, por ejemplo,

sobre el consumo del cuero, excede á toda ponderación; pues si bien el arte del guarnicionero no encuentra aplicación en la construcción de la locomotora misma, al contrario de lo que en un principio se temía, el caballo de vapor, lejos de dejar fuera de empleo á su contrincante animal, le proporciona, merced al enorme incremento del tráfico, mucho más trabajo que antes; y esto supone un aumento considerable en el número de carruajes ordinarios y, por ende, un consumo muy crecido de arreos y demás obras de guarnicionería. Además, desde que las vías férreas han facilitado á tantísimas personas el medio de viajar, la industria del cuero, respondiendo á las necesidades y la mayor comodidad de los viajeros, les sale al encuentro con infinidad de baúles, cofres, sacos de mano, sombrereras, correas, carteras, portamonedas y otros muchos artículos de utilidad, en cuya fabricación no se soñaba siquiera hace cincuenta años, pero que hoy proporciona trabajo continuo y lucrativo á todo un ejército de guarnicioneros y fabricantes de los artículos de Viena, de que nos ocupamos al fin del capítulo precedente.

Un género cuya producción y consumo han crecido extraordinariamente en nuestros tiempos, es el cuero charolado, ó charol, como suele llamarse á secas, aplicando al producto acabado el nombre del barniz especial que constituye su revestimiento lustroso. No sólo en la elaboración de calzado fino, sino en la de toda clase de artículos de guarnicionería, empléase hoy el charol; y su fabricación, que antes constituía una especialidad francesa, se ha arraigado ya en el Mediodía de Alemania y otros países.

En un siglo en que tanto se ingenia el hombre para aprovechar desperdicios de todas clases, es interesante notar cómo se utilizan hoy los del cuero en la elaboración de elegantes labores tejidas ó trenzadas, en la fabricación de flores artificiales, así como en la estampación de diversos adornos plásticos ó de relieve, que encuentran aplicación en la guarnicionería, ebanistería y otras industrias; no ha mucho la moda parisiense apeló al uso de semejantes adornos de cuero, poniéndolos en los vestidos y abrigos de señora.

ZAPATERÍA

De todos los artífices que se dedican á la elaboración del cuero, el zapatero es el que más nos interesa; pues el calzado es una de las prendas más indispensables, y que, siendo bien proporcionado, más contribuye á nuestro bienestar. Con callos no puede haber felicidad completa; si bien, y á juzgar por las formas extravagantes del calzado en diferentes épocas, inclusa la presente, (véase la fig. 760), no parece sino que la vanidad humana, en Europa como en la China, ha podido y puede más que la inclinación natural y razonable á andar cómodamente.

El trabajo manual del zapatero no parece haber sufrido modificaciones esenciales desde los tiempos más remotos; pues en las antiguas pinturasmurales egipcias (fig. 759) se encuentran ilustrados los mismos sencillos modos todavía seguidos en el oficio. Las partes principales del zapato ó la bota ordinaria son: la pala ó avampiés, que cubre el empeine y se une al talón, que reviste el calcañar; la suela, que se extiende por debajo de la planta, y el tacón, que sirve para elevar la parte de la suela correspondiente al calcañar. Para la pala y el talón, lo mismo que para la caña de las botas de montar, se toma por regla general un cuero delgado y flexible, que se corta con arreglo á un patrón de chapa metálica (cinc), por medio de una especie de cuchillo llamado tranchete. La suela y el tacón se forman con cuero mucho más grueso y resistente. La operación de hacer un zapato á mano consiste esencialmente en lo que sigue: el zapatero toma una horma, ó sea un modelo de madera, de forma y tamaño correspondiente al pie que trata de calzar, y con tachuelas sujeta á la parte inferior ó planta de la misma la primera suela, amoldándola á la horma á fuerza de golpes de martillo. Alrededor de dicha suela, junto á su borde, practica luego con el tranchete un corte á modo de ranura, que sirve de guía para la lezna, y en cuyo seno queda disimulado el hilo de cáñamo encerado con que se verifica la costura ó unión de la suela con la pala. En efecto, ésta, cortada con arreglo al patrón correspondiente, se aplica sobre la parte superior de la horma, y su borde se dobla sobre el de la suela, sujetándolo provisionalmente con tachuelas; en esta operación emplea el zapatero unas tenazas para atirantar debidamente la pala, como muestra la fig. 761. Hecho esto, aplica sobre el borde vuelto de la pala una tirita de cuero, y procede á coser el conjunto, abriendo los agujeros correspondientes con la lezna y pasando desde ambos lados los dos hilos encerados que se cruzan en cada punto. Como la planta del pie no es plana, sino que tiene una concavidad bastante pronunciada, para que la suela interna presente la correspondiente convexidad ó encorvadura, es necesario aplicar sobre la parte media de la misma un pedazo de cuero grueso, convenientemente cortado y adelgazado en sus bordes por medio del tranchete; y sólo después de colocada esta pieza procede el zapatero á fijar la suela externa, amoldando la primera sobre la horma con el martillo (fig. 762), y luego uniéndola firmemente á la suela interna, mediante una nueva costura ó una serie de tachuelas ó estaquillas. En cuanto al tacón, se forma con varios pedazos de cuero, de antemano cortados

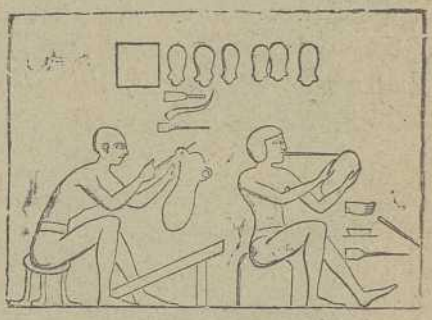


FIG. 759 — Zapatero egipcio antiguo.

como corresponde; el primero se aplica directamente sobre el borde vuelto de la pala ó talón del zapato, cosiéndose á la suela interna, mientras que los demás se pegan uno sobre otro con cola, sujetándolos además con puntas de París. La parte posterior del zapato, correspondiente al calcañar, recibe al interior un refuerzo de cuero, para que tenga la tesura debida, y el borde de la suela externa, así como el tacón, que quedan á la vista, se desviran ó recortan con el tranchete, alisándose luego por medio de un raspador y un hierro caliente que les presta cierto brillo.



FIG. 760.—Calzado de diversas épocas.

1. Antigua sandalia griega; 2. Zapato del siglo XII; 3. Idem del XV; 4. Idem de principios del XVI; 5. Zapato de Catalina de Médicis; 7. Chanclo veneciano; 7. Zapato de principios del siglo XVII; 8. Idem del XVIII; 9. Idem del tiempo de Luis XVI; 10. Zapato popular de la Revolución francesa; 11. Moda de principios del siglo XIX; 12 y 13. Calzado moderno.

Fabricación mecánica del calzado. — El trabajo manual, que dejamos descrito sucintamente en las anteriores líneas, supone un cuidado y una habilidad tales, que se miraba antes como una imposibilidad el hacer zapatos á máquina; tanto más cuanto que todo el ingenio de los inventores que, en la primera mitad de nuestro siglo, se dedicaron á resolver tan importante problema, había resultado poco menos que inútil. La primera máquina empleada en sustitución de la mano del zapatero, fué la que el año 1813 ideó el ingeniero inglés *Brunel*, para sujetar las suelas por medio de puntas y tornillos; pero después de ensayado el sistema en la fabricación de botas para el ejército, hubo de abandonarse, porque semejante calzado lastimaba con frecuencia los pies. Posteriormente se hicieron esfuerzos inútiles por mejorar el sistema de Brunel; y como ya dijimos, teníase por irrealizable el sueño dorado de hacer calzado á máquina, cuando la invención de la

máquina de coser en los Estados Unidos hizo renacer las esperanzas.

El año 1858 logró el norteamericano *Lyman Reed* construir una máquina de coser, con punto de cadeneta, adecuada para la fabricación del calzado; desde aquella fecha data la fundación de la industria de que tratamos, y para dar una idea de la rapidez de su desarrollo, basta referir que, en 1882, se fabricaron en los Estados Unidos, con la máquina de Reed, más de 120 millones de pares de zapatos y botas de diversas clases. Como es consiguiente, este nuevo adelanto industrial no tardó en adoptarse en Europa, y fueron muchos



FIG. 761—Zapatero atirantando la pala.

los zapateros de oficio en Inglaterra, Francia, Alemania, etc., que apelaron á la ayuda de la máquina de coser, instalándose también verdaderas fábricas de calzado más ó menos considerables. Las primeras máquinas construídas, inclusa la de Reed, eran bastante imperfectas, y la obra que producían, si bien resultaba más barata, no podía compararse, por su calidad, con la hecha á mano; mas en los últimos veinte años se han realizado notables perfeccionamientos, no sólo en el cosido, sino en otros trabajos acesorios ó preparatorios; de modo que el calzado mecánico, digámoslo así, compite hoy ventajosamente, no sólo por su precio, sino también por su calidad y elegancia, con el de mano.

Entre las diversas máquinas de coser perfeccionadas que se emplean hoy en la fabricación del calzado, mencionaremos la del inglés *Mackay* (fig. 763),

destinada á unir las suelas con la pala, etc., del zapato, mediante un bramante embreado y un punto de cadeneta. Se construye para funcionar por medio de un pedal, ó á impulso de un motor mecánico, y se presta á la elaboración de zapatos y botas de todas clases, ajustándose automáticamente en cada caso al grueso del cuero, y regulando la tirantez del hilo para suelas sencillas y dobles. El brazo encorvado, ó cuerno de la máquina, que sostiene el zapato ó bota por coser, se calienta durante la operación por medio de gas del alumbrado ó espíritu de vino, á fin de que el hilo embreado se mantenga blando y



FIG. 762.—Zapatero fijando la suela externa.

flexible, facilitando la costura; después de pasar el hilo por el agujero que hace la aguja, queda éste por completo rellenado por el cáñamo embreado, resultando un punto sumamente sólido y más duradero que el producido á mano. Con una máquina de este género, movida con el pie, se pueden coser diariamente de 300 á 400 pares de zapatos ó botas, y si se mueve á vapor, el número sube de 400 á 500 pares. La fig. 764 reproduce un perfeccionamiento del mismo sistema, debido al alemán *Mansfeld*, cuya máquina surte igual efecto que la original de Mackay; pero es de construcción más sencilla, resultando, por lo mismo, más barata y más fácil de mantener en buen estado.

Durante bastantes años las máquinas de coser, empleadas en la zapatería para unir las suelas con la pala, producían exclusivamente el punto de cadeneta, formándolo por medio de un ganchito de figura especial, como explica-

mos en un capítulo anterior; y era corriente la opinión de que dicha labor sólo podía verificarse con el expresado punto. Pero el norteamericano *Keat* se encargó de demostrar lo erróneo de tal suposición, construyendo una máquina que produce un punto acolchado doble (fig. 765), por medio de dos hilos y una lanzadera, es decir, con arreglo al mismo principio, antes expuesto, de las máquinas de Howe y Singer para coser ropa. La fig. 766 ilustra la máquina de Keat, que ha encontrado muy buena acogida en las fábricas europeas; pues

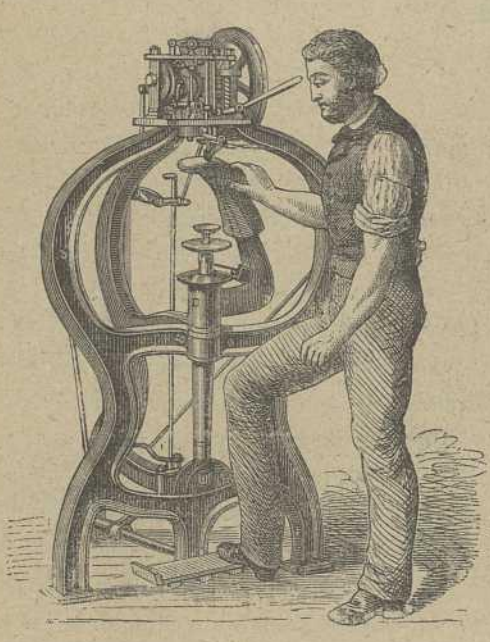


FIG. 763.—Máquina de Mackay para coser calzado.

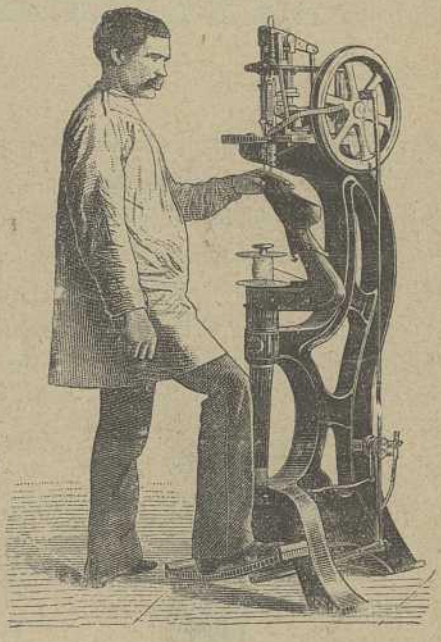


FIG. 764.—Máquina de Mansfeld, para coser calzado.

siendo de construcción compendiosa y fácil de manejar, se presta al cosido de cueros de todos gruesos y se aplica con igual ventaja á la fabricación del calzado más pequeño para niños, del más fino para señoras como del más sólido que usan los hombres, en especial para las fuertes botas del ejército alemán. Además, sirve para diversos trabajos accesorios á que no se prestan otras máquinas, y también puede utilizarse para poner suelas nuevas á zapatos usados. Fuera de la zapatería, dicha máquina, debidamente modificada, se emplea con ventaja notable en las labores más pesadas de la guarnicionería.

Otras máquinas de coser de construcción más ligera, como las reproducidas en las figuras 718 y 719 (véase la pág. 696), se emplean en la fabricación del calzado para coser y adornar las palas, y en general la parte superior de los zapatos y botines, ora se trate de cuero, ora de paño ú otras telas, sujetar los forros, elásticas, etc.; mientras que, para otros trabajos preparatorios, como

el corte de las diferentes piezas, la encorvadura de las suelas, etc., existen también máquinas especiales; de modo que la zapatería ha tomado en los últimos tiempos un carácter enteramente distinto del que tenía todavía hace treinta años. En la patria de la fabricación mecánica del calzado, ó sea en los Estados americanos del Nordeste, que constituyen la llamada Nueva Inglaterra, ha desaparecido casi por completo el antiguo oficio del zapatero, sustituyéndolo extensas fábricas en las cuales diversas máquinas movidas á vapor y vigiladas por mujeres, se encargan de la mayoría de los trabajos. En vez de comprimir ó condensar el cuero de las suelas golpeándolo con el martillo sobre una piedra, como sucede en la zapatería á mano, se dividen las pieles á máquina en tiras del ancho necesario, y éstas se pasan por un laminador, que las comprime con la mayor rapidez y mucho mejor que el martillo. Las suelas y demás piezas correspondientes á la parte superior del calzado, se cortan, no con el tranchete, sino por medio de máquinas de estampar que tienen matrices cortantes de acero; y una prensa especial da desde luego á las suelas la forma que deban conservar en la obra concluída. El cosido de las piezas blandas se verifica por medio de máquinas de coser ligeras; pero son diversos los procedimientos empleados para sujetar las suelas, alternando, por regla general, las máquinas de coser de construcción más sólida, como la de Keats, con otras de estaquillar, que afianzan la obra en parte clavando en las suelas estaquilla de madera; en algunos casos se sujeta la suela externa con tornillos, también mediante una máquina especial. La elaboración de los tacones constituye frecuentemente una rama aparte de la industria, en la cual se emplea una máquina para cortar las piececitas de cuero, otra para comprimir juntas las correspondientes á cada tacón, de modo que formen como una sola pieza, que resulta perforada al mismo tiempo para la recepción de las puntas, una tercera que mete estas puntas en los agujeros, y una cuarta que sujeta el

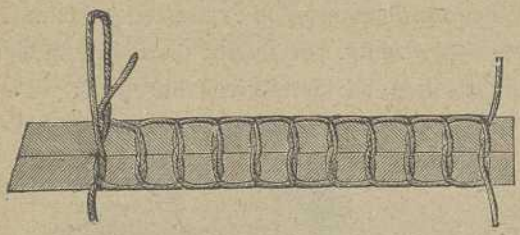


FIG. 765.—Punto de acolchado doble de la máquina de Keat.

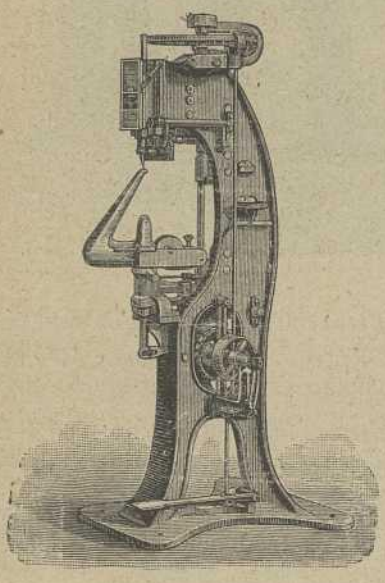


FIG. 766.
Máquina de Keat para coser calzado.

tacón al zapato ó bota. Por último, el trabajo de raspar y alisar los bordes de las suelas y los tacones que quedan á la vista, corre también á cargo de aparatos especiales. Después de las fábricas norteamericanas, las mejor montadas en la actualidad son las de Londres y París, en las que se produce todo género de calzado, con arreglo á centenares de modelos distintos, sistemáticamente ordenados, y correspondientes á todas las medidas imaginables. De este modo se comprende que un fabricante como Latour, de París, venda diariamente al por menor, en su propio almacén, calzado por valor de diez mil francos ó más.

GUANTERÍA

El uso de los guantes es mucho más antiguo de lo que generalmente se cree, pues algunas pinturas murales de los vetustos monumentos egipcios representan gentes del Asia Menor, trayendo guantes en pago del tributo á que estaban sujetas; lo que demuestra que en aquella parte del globo era ya costumbre, hace miles de años, llevar dicha prenda de vestir, al menos entre las personas principales. También los antiguos persas calzaban guantes con dedos hechos de pieles finas. Homero refiere, al hablar del viejo Laertes, que los pastores y trabajadores del campo cubrían sus manos con tiras de cuero de vaca y guantes fuertes, para protegerlas contra las breñas; pero, por lo demás, los griegos miraban los guantes como señal de afeminación, si bien en tiempos de la decadencia era costumbre calzar dediles durante las comidas. Los romanos, que también llevaban los manjares á la boca directamente con los dedos, usaban asimismo esos *digitalia*, como se llamaban; y con el lujo creciente, é imitando la moda asiática, solían llevar guantes en las ocasiones solemnes. Las jóvenes y los hombres afeminados gastaban túnicas con largas mangas (*manicæ*) que les cubrían completamente las manos, haciendo las veces de guantes; y según Virgilio, lo propio hacían en invierno las gentes del campo. Los antiguos escandinavos, así como los germanos, francos, etc., de principios de la Edad Media, usaban guantes en sus viajes, en la caza y la guerra, variando los materiales según el objeto; y en el siglo XIII se consideraban como el complemento necesario del traje de las mujeres de cierta posición. En la esfera del derecho, los guantes de piel de ciervo ó de nutria desempeñaban un papel simbólico, entregándose en señal de ciertas donaciones; entre caballeros eran también símbolo de la investidura, de la enfeudación y del ennoblecimiento, y un guante se arrojaba á los pies del contrario en señal de desafío. Los poetas provenzales atribuyen al caballero Iwein la introducción de la moda de llevar guantes, que en el siglo XVI se había generalizado, siendo los guantes españoles los más estimados. En aquella época el amarillo era el color ordinario, considerándose los guantes blancos como más

distinguidos, siendo también costumbre adornarlos con bordados y botones de oro. Más tarde, al introducirse la moda de las mangas cortas en los vestidos de las señoras, se cubría en parte el brazo desnudo con guantes que llegaban hasta el codo; costumbre que ha vuelto á renacer en los últimos años.

La fabricación moderna de los guantes de piel es una industria esencialmente francesa, que reconoce por cuna la ciudad de Grenoble, en el antiguo Delfinado, donde se halla establecida hace más de dos siglos, y donde más de 20.000 operarias se dedican actualmente á ella. Posteriormente se desarrolló en grande escala en París, merced más en especial á la iniciativa de *Jouvin*, que ideó el modo de hacer los cortes á máquina, y á quien se debe la celebridad de que gozan en el extranjero los guantes parisienses. En el siglo pasado ya se fabricaban en Francia guantes de piel tan finos, que solía venderse el par metido en una cáscara de huevo ó de nuez; y hoy todavía, y por más que la industria guantera se ha implantado en otros países, los productos franceses se distinguen siempre por su finura y elegancia, y á Francia se deben todos los inventos y mejoras más importantes relacionados con la rama especial del curtido en blanco de las pieles, su teñido y elaboración definitiva. En dicho país la fabricación de guantes de piel, cuyos centros principales son París, Luneville y Grenoble, ocupa actualmente más de 70.000 personas, y la producción se eleva anualmente á unos 24 millones de pares, por valor de 80 millones de francos.

Aunque el trabajo de hacer un guante es muy sencillo, pues consiste esencialmente en cortar la piel con arreglo á un patrón y luego coser las piezas, se ha desplegado en su perfeccionamiento tanto estudio y asiduidad, que desde principios de este siglo se han concedido en Francia nada menos de 80 privilegios de invención relativos á esta industria. Aparte de diversos medios mecánicos, semejante serie de inventos comprende un sistema de medidas y numeración, mediante el cual se logra una gran precisión en el corte y ajuste de los guantes.

Los materiales empleados en la fabricación de que tratamos son las pieles de cabra y cabrito, oveja y cordero para los guantes más finos, dichos de cabritilla; las de ciervo, corzo y carnero para los de ante y gamuza, y otras pieles más resistentes, como las de ternera y perro, para los guantes más fuertes y de abrigo. Las mejores pieles de cabrito proceden de Sajonia, y son muy buscadas.

La preparación de dichos materiales se verifica con arreglo al procedimiento del curtido en blanco que tuvimos ocasión de considerar en el tomo V de esta obra, y que presta á los cueros la blandura y elasticidad necesarias. Las pieles curtidas se tiñen, ora en las grandes fábricas de guantes, ora en tintorerías especiales, para subvenir á las necesidades de los guanteros de oficio que no pueden teñir por cuenta propia. El brillo y la suavidad de los guantes

de cabritilla no son resultado de alguna operación especial, sino que se deben á la calidad de la piel y al cuidado observado en el curtido.

Las pieles teñidas son todavía ásperas y fibrosas en su cara interna, y también de grueso más ó menos desigual, por cuya razón la primera elaboración consiste en extenderlas sobre una plancha de mármol pulimentada, y cepillar, digámoslo así, dicha cara con un cuchillo ó tranchete muy ancho y afilado, hasta dejarla lisa y quedar la piel del grueso más uniforme posible. Sólo después de esta operación puede juzgarse acerca de la calidad y utilidad de las pieles. Éstas se dividen entonces en tiras iguales, de ancho un poco mayor que dos veces el de la mano, y se estiran con fuerza en el sentido de su longitud solamente, con lo cual están listas para el corte.

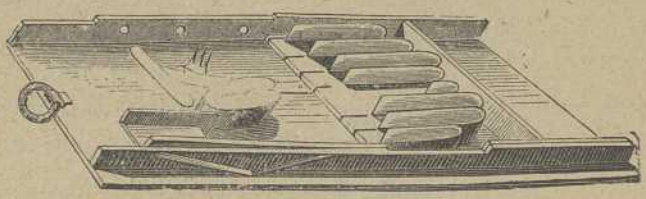


FIG. 767.—Instrumento para el corte de guantes de piel.

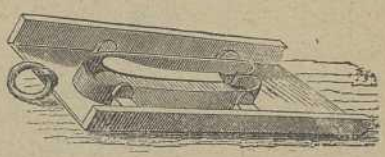


FIG 768 —Instrumento para el dedo pulgar.

Semejante operación se verificaba en otros tiempos con la tijera de mano, después de trazar en la piel el contorno correspondiente. Más adelante se emplearon patrones de chapa metálica que hacían innecesario el dibujo, pues bastaba oprimirlos sobre la piel extendida, para que dejaran señalado en ella su contorno. Algunos guanteros de oficio se valen todavía de este procedimiento, porque no pueden adquirir el juego bastante costoso de instrumentos especiales con cuya ayuda se verifica hoy el corte mecánicamente en todas las fábricas y guanterías mejor montadas. Dichos instrumentos consisten en planchas metálicas con bordes levantados en ambos lados, y provistas en su cara superior de cuchillas con el filo vuelto hacia arriba, y dispuestas de modo que resulte cortada de un golpe la piel exactamente con arreglo al contorno de un guante desdoblado; con un instrumento (fig. 767) se practica el corte de la pieza principal, que comprende el cuerpo, digámoslo así, del guante, con los cuatro

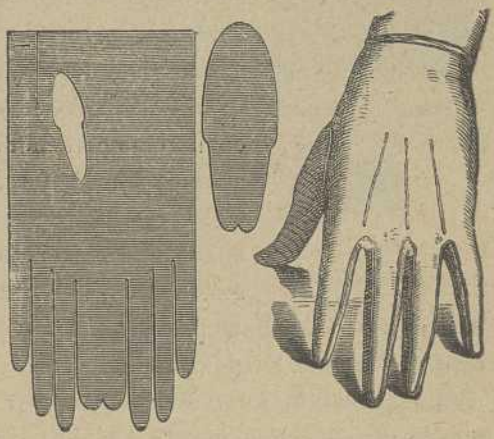


FIG. 769.—Corte del guante.

dedos y la abertura correspondiente al pulgar; mientras que con otro (figura 768), se corta separadamente la pieza del pulgar mismo. En estos instrumentos se colocan á un tiempo de cuatro á seis tiras de piel, una sobre otra, y el conjunto pasa entonces entre los cilindros de un laminador, cuya presión produce el corte, dejando las piezas de piel en las formas que reproducimos en la fig. 769. Las cuchillas son del mejor acero, y bastante difíciles de formar y ajustar; y si á esto añadimos que para cada número de guantes se necesita un par de instrumentos, se comprenderá que un juego más ó menos completo cueste de 2.250 á 3.000 pesetas.

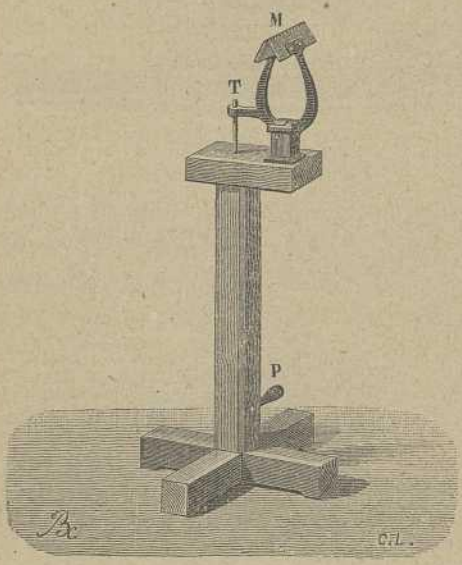


FIG. 770 —Aparato para el cosido á mano de los guantes.

En algunas fábricas parisienses se combina con el corte una preparación para la costura, empleando instrumentos como los referidos, pero dotados además de series de finas púas de acero, dispuestas á lo largo de las cuchillas y muy próximas á ellas, y que abren otros tantos agujeritos en los bordes de la piel en que han de unirse. De esta suerte la costurera no tiene más que pasar el hilo por los agujeros ya hechos, y su trabajo resulta más fácil y rápido. En cambio dichos instrumentos, más complicados, están naturalmente más expuestos á deteriorarse.

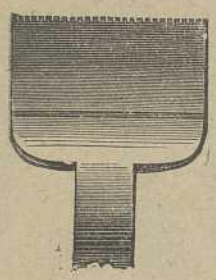


FIG. 771.
Boca de dicho aparato.

En el cosido de los guantes se emplea hilo de seda, y cuando la operación se verifica á mano, se usa un sencillo aparato (invención del inglés *Winter* á principios de este siglo), que reproducimos en la fig. 770, y que facilita notablemente el trabajo, dando lugar á que las costuras resulten muy uniformes. En efecto: dicho aparato consiste en una especie de tenazas, fija sobre un pie de madera, cuya boca se mantiene cerrada bajo la presión de un muelle, abriéndose mediante una varilla en combinación con un pedal; constituyen dicha boca dos planchitas de latón, que se pueden cambiar por otras en un momento, y cuyo borde superior está provisto de una dentadura más ó menos fina, según los casos (véase la fig. 771), que sirve de guía para pasar la aguja. La pieza de piel se sujeta en el aparato de modo que sobresalgan un poquito los bordes que han de unirse; y como la costurera sigue la línea marcada por las planchitas, dando las pun-

tadas en los intervalos de los dientecillos, la costura sale perfectamente uniforme. En los últimos tiempos, empero, se ha ido generalizándose en la fabricación de guantes el empleo de máquinas de coser, de construcción especial, de que hablamos en un capítulo anterior (véase la fig. 722), y mediante las cuales se verifica el cosido mucho más rápidamente que á mano, y, si cabe, con mayor precisión aún.

Los guantes cosidos se estiran y prensan; se proveen de los correspondientes botones y ojales ó broches, y entonces están listos para la venta.



ELABORACIÓN
DE
PELOS, CERDAS Y TRIPAS

Consideraciones generales acerca del fieltro.—Fabricación de sombreros de fieltro.—Otras aplicaciones del fieltro.—Fabricación de cepillos, brochas y pinceles.—Fabricación de cuerdas de tripa para instrumentos de música.

La cubierta peluda de ciertos animales constituye, y ha constituído desde tiempo inmemorial, la mejor protección del cuerpo humano contra las influencias de los climas rudos, ora se empleen ó hayan empleado los pelos ó la lana en unión con la piel, ora separados de ella. Los pelos animales fueron sin duda la primera materia textil de que se valiera el tejedor; pero desde el traje natural formado con pieles de oso, oveja ó cabra, hasta los productos artificiales de la filatura y la tejeduría, fué largo el camino y lento el progreso, siendo, al parecer, una de las primeras fases de éste la preparación del fieltro; procedimiento muy sencillo en comparación con los de la tejeduría.

Los sombrereros reconocen como patrón á San Clemente, que fué, según la tradición, el primero ó el tercer obispo de Roma después de San Pedro; y refiere una bonita leyenda que, huyendo un día de sus perseguidores el santo varón, llegaron á dolerle los pies á tal punto, que buscó alivio rellenando sus sandalias con lana. Prosiguiendo su camino, la lana, merced á la compresión

y el movimiento producido por los pasos, acabó por constituir una masa coherente, convirtiéndose en verdaderas suelas de fieltro; y como Clemente reconociera las ventajas de semejante transformación, cuidó de que en lo sucesivo se aprovechara para confeccionar varios artículos útiles. Aun cuando la preparación del fieltro tiene un origen mucho más antiguo, la leyenda referida demuestra, al menos, cuán fácilmente pudo realizarse el invento. En la Introducción general á esta obra (véase tomo I, pág. 69), expusimos el procedimiento primitivo, seguido todavía por los calmucos para hacer fieltro; otros tártaros nómadas de las estepas asiáticas llevan sin duda, desde miles de años, la misma vida que hoy, y siguen elaborando sus tiendas, mantas y sombreros de fieltro, tal como lo hicieron sus antepasados desde tiempo inmemorial. En China el sombrero de fieltro tiene asimismo un origen sumamente remoto, y queda ya fuera de duda que los antiguos griegos y romanos llevaban sombreros de fieltro; la *causia*, de origen macedónico, era un sombrero de copa redonda y ala ancha vuelta hacia arriba; forma que todavía se encuentra en diferentes países. En Francia data el uso de los sombreros de fieltro del reinado de Carlos VI, ó sea de fines del siglo XIV.



FIG. 772.—Pelo de nutria visto bajo el microscopio.

La formación del fieltro se funda en la propiedad natural de los pelos animales de fieltrarse, es decir, de entrelazarse ó enredarse bajo la influencia de la presión, el frotamiento, el batido ó el cepillado, constituyendo una masa tenaz, elástica, flexible y sumamente duradera. La causa de dicha propiedad la revela el microscopio, demostrando que los pelos animales no son lisos, sino que su superficie se halla cubierta de diminutas púas, dirigidas oblicuamente hacia la punta, cual sucede más en especial con el pelo de la nutria (figura 772); ó bien ostenta pequeñitas escamas que, lo mismo que aquellas púas, facilitan un movimiento de avance del pelo en una dirección, impidiéndolo ó dificultándolo en la contraria. En efecto: al someterse una masa de pelos sueltos á la elaboración mecánica, cada pelo tiende á meterse entre los demás, avanzando con la raíz por delante, obrando sus púas ó escamas del mismo modo que las aristas de una espiga de cebada, cuando ésta se introduce con la base por delante en un pantalón ó manga de la levita, en cuyo caso, como saben nuestros lectores, la espiga puede subir pronto hasta la rodilla ó el codo, mientras que las puntas de sus aristas impiden que avance en sentido inverso. El fieltraje se favorece grandemente con la ayuda del calor y la humedad, abreviándose la operación con el empleo de ácido sulfúrico diluído y agua de jabón, que tienen por objeto privar á los pelos de su grasa natural é impurezas, dejando libres sus asperezas, ó sean las referidas púas ó escamas.

El fieltro se empiea principalmente en la fabricación de sombreros, á la que dedicamos á continuación algunos párrafos. Además, constituye un material muy apreciado en los países fríos, no sólo para forrar el calzado de cuero, sino también para formar diversas clases de pantuflos y botas de abrigo para el uso casero, y se utiliza también como accesorio en diferentes ramas de la industria y la construcción.

SOMBRERERÍA

Los materiales generalmente empleados en la fabricación de sombreros de fieltro son los pelos de la liebre, el conejo, el castor, la nutria, la foca, el ratón almizclero y otros roedores análogos, utilizando también los del camello y de la ternera para los fieltros más bastos, así como el pelo de ciertos monos para los más finos. Pero dichos materiales se mezclan siempre con una cantidad mayor ó menor de lana fina de cordero ó vicuña, para favorecer la formación del fieltro, pues no todos los pelos se fieltran con igual facilidad, distinguiéndose más por esta propiedad las lanas referidas. El pelo de liebre, en especial, se riza y fieltra difícilmente; tanto, que es preciso someterlo de antemano á un mordido, empleándose al efecto una disolución de mercurio en ácido nítrico, á la que se agrega un poco de sublimado corrosivo y arsénico blanco, y que se extiende sobre el pelo mientras se halla adherido á la piel.

La peladura de las pieles se verifica á mano ó mecánicamante. En algunos casos como, por ejemplo, con las pieles de nutria, los pelos largos, que no deben formar parte del fieltro, se arrancan primero; pero por lo general la peladura á mano consiste en cortar dichos pelos largos á raíz de la piel con unas tijeras, y luego en quitar ó raer con una cuchilla el pelo corto y lanudo que constituye el material para el fieltro. En Inglaterra se verifica la peladur por máquinas especiales, cuyas cuchillas trabajan con mucha limpieza sin cortar las pieles. Las diferentes partes de éstas dan pelos de calidad variable, siendo los mejores, en todos los casos, los correspondientes al dorso de los animales. La clasificación y la mezcla de los diferentes pelos son operaciones importantes en la industria de que tratamos, y se verifican, ora á mano, ora á máquina, según que la fabricación se practique con arreglo á los antiguos procedimientos manuales ó con ayuda de la maquinaria especial que al efecto se ha inventado en nuestros tiempos.

Con arreglo al procedimiento antiguo, que se sigue todavía en muchas partes, el batido de los pelos, que tiene por objeto ahuecarlos, librarlos de polvo, etc., y al mismo tiempo revolverlos entre sí, tiene lugar sobre un enrejado plano, compuesto de listones delgados, en el que se extiende la cantidad de pelos necesaria para un sombrero. El instrumento con que se verifica la ope-

ración es el llamado arco de sombrerero, parecido al de contrabajo, pero de 1,6 á 2 metros de largo; el cual, para facilitar su manejo, se suspende del techo del taller por medio de una cuerda, como indica la fig. 773. El trabajo consiste en hacer vibrar de continuo la cuerda gruesa de tripa del arco, por medio de una pequeña espátula de madera, de modo que aquélla fustigue los pelos, haciéndolos saltar hasta que resulten completamente revueltos entre sí y formen una capa de grueso uniforme, pasando entretanto el polvo á través del enrejado. Dicha capa se divide entonces en dos partes iguales, que se vuelven á batir con el arco, cada una por sí; hecho lo cual, el operario, mediante un manejo hábil del arco, da á dichas partes la forma de dos capas triangulares, de lados, no rectilíneos, sino arqueados.



Fig. 773.—Batido á mano de los pelos.

En este estado empieza el fieltrado propiamente dicho, por medio de una especie de criba, que se coloca con precaución sobre las referidas capas triangulares, y se mueve con cuidado de acá para allá en todas direcciones, ejerciendo al mismo tiempo cierta presión; de este modo adquiere la capa de pelo la consistencia suficiente para que pueda levantarse sin que se deshaga. Dos ó tres pares de semejantes capas triangulares se salpican entonces con agua, y se colocan una sobre otra, pero alternando con hojas de papel fuerte y encolado de igual forma; el conjunto se envuelve en un paño mojado, y este lío se oprime y amasa bastante tiempo con las manos. Después de esta operación, cada dos de las capas de fieltro, delgadas, pero consistentes, se unen entre sí por dos de sus bordes, de manera á formar como un gran saco cónico de un metro de alto; operación que se verifica también por presión, amasado y arrollado en un paño mojado, colocando entre las capas de fieltro una hoja del papel referido, un poco más pequeño, de modo que los bordes de aquéllas se hallen en contacto y puedan unirse por fieltración. Si el trabajo se hace como corresponde, no debe notarse después la juntura; si en algunos puntos resulta el fieltro demasiado delgado, se iguala colocando sobre aquellos pedacitos de fieltro más delgado aún, y volviendo á fieltrar en el paño.

La condensación definitiva de los conos de fieltro tiene lugar por el enfurtido. Las mesas de enfurtir correspondientes á cuatro ó seis operarios, están dispuestas en torno de una caldera que contiene el líquido mordiente, inclinán-

dose sus tableros hacia ella (fig. 774). Dicho líquido, que debe mantenerse cerca del punto de ebullición, consiste en agua con un poco de ácido sulfúrico ó heces de vino, y en él se van mojando repetidamente los conos de fieltro, frotándolos después cada vez sobre la mesa, con las manos y un rodillo, ora al exterior, ora al interior. Cuando la densidad ó el cuerpo del fieltro ha



FIG. 774 —Mesa de enfurtir el fieltro.

aumentado considerablemente, reduciéndose en igual medida el tamaño de los conos, se sustituye el rodillo por un cepillo, que se moja con frecuencia en el líquido, y con el cual se cepilla fuertemente el fieltro para quitar los pelos más bastos que asoman á la superficie, y darle cierto lustre. Entretanto, y merced á semejante elaboración, ha quedado reducido el tamaño de los conos á la tercera parte, próximamente, del original, y entonces se complementa la acción del cepillo frotando el fieltro con piedra pómez para alisarlo y quitar mejor los pelos más bastos y largos; esta operación se verifica también hoy por me-

dio de una máquina, cuyo elemento esencial es un árbol provisto de cuchillas helicoidales, que van como afeitando la superficie de los conos de fieltro, colocados al efecto sobre un molde. El enfurtido de un cono, ó sea un sombrero, necesita de tres ó cuatro horas, de modo que el operario más hábil no puede enfurtir más de tres sombreros en un día.

Seguidamente, en la misma mesa, con las mismas herramientas y el líquido referido, se procede á dar forma á los sombreros. Para hacer desaparecer la punta del cono, se oprime hacia adentro, y luego un poquito hacia afuera, repitiendo esta operación hasta que dicha parte del fieltro se encoge, formándose una serie de arrugas anulares; mojando repetidamente en el líquido mordiente y enfurtiendo con energía, acaban por desaparecer estas arrugas, dejando una superficie más ó menos plana. Entonces se coloca el sombrero sobre un modelo de madera, y se acaba de dar forma á la copa (fig. 775); y atando luego un bramante en torno de la base, se forma, por último, el ala.



Fig. 775.—Formación de la copa y el ala del sombrero.

En este estado, se tiñen muchos sombreros, operación que ofrece ciertas dificultades, pero que se verifica por los mismos procedimientos de la tintorería ordinaria. El teñido en negro necesita unas diez horas, durante las cuales se revuelven frecuentemente los sombreros en el tinte caliente, sacándose de vez en cuando para exponerlos al aire. Después de lavados para alejar la tintura sobrante, se secan en un local caliente, y se procede á darles brillo, colocándolos sobre un modelo de madera y cepillándolos siempre en el mismo sentido con un cepillo mojado. Después de secos por segunda vez, los que han de resultar tiesos se saturan desde el interior con cola ó goma, ó bien, según el procedimiento hoy en boga, con un líquido impermeable, compuesto principalmente de una disolución de goma laca en alcohol. Por último, se acaba de dar forma y vista á los sombreros, planchándolos; operación que se verifica por lo común con ayuda de una especie de torno, en el que se hace girar el sombrero, sujeto á un modelo ú horma de madera, oprimiéndolo al mismo tiempo con la plancha caliente. La colocación de las cintas, el forro, etc., se verifica hoy, en la mayoría de los casos, por medio de una máquina de coser.

El procedimiento antiguo que acabamos de describir ha ido cediendo el puesto, en los países más adelantados, á la fabricación mecánica, que representa un ahorro muy considerable de mano de obra y tiempo, y la correspon-

diente baratura de los productos, mereciendo mención especial los fabricantes parisienses *Laville* y *Crespin*, por las mejoras introducidas en la maquinaria.

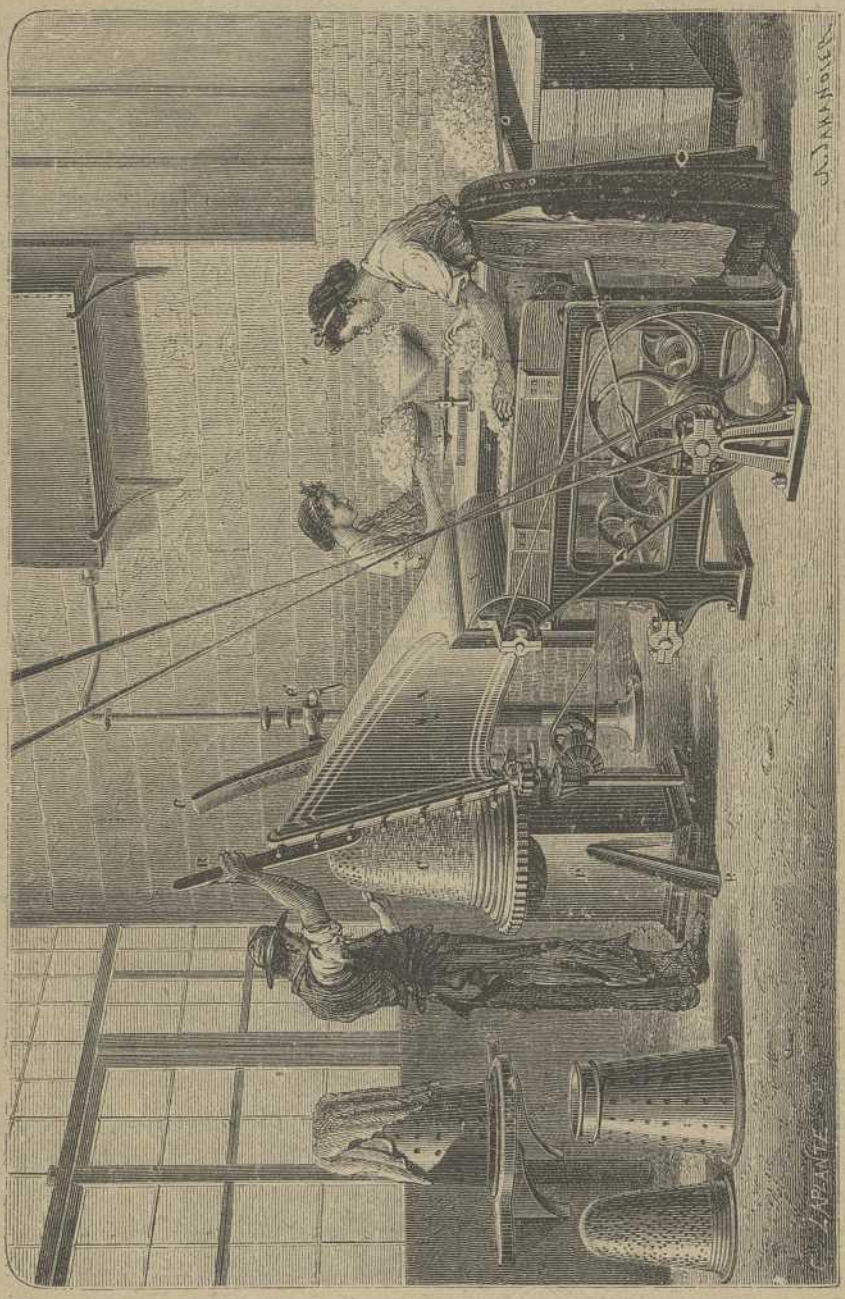


Fig. 776.—Máquina de batir los pelos.

La limpieza y mezcla de los pelos se verifica mediante aparatos cuya construcción recuerda los aventadores empleados en agricultura, siendo sus

elementos activos cepillos giratorios, cribas de sacudimiento y ventiladores centrífugos. De semejantes aparatos salen los pelos debidamente revueltos, en forma de una masa lanuda, y se someten entonces á máquinas especiales de batir y enfurtir, que sustituyen con ventaja las operaciones fatigosas y hasta cierto punto malsanas del batido y enfurtido á mano.

Nuestra fig. 776 reproduce una máquina de batir: la masa preparada de pelos se extiende sobre la tela sin fin *T*, en cuyo extremo anterior se encuentran un par de rodillos que entregan, digámoslo así, la masa á un cepillo giratorio *V*, de dimensiones relativamente grandes, dispuesto horizontalmente al interior de una caja cilíndrica. A continuación de ésta se extiende otra caja, *A* de forma especial, que se va estrechando hacia adelante, terminando con una abertura prolongada á modo de hendedura, y por delante de ésta, sobre un zócalo *P*, se levanta una gran campana cónica de cobre, perforada con multitud de finos agujeros; esta campana se cubre con un paño húmedo y se hace girar lentamente en torno de un eje vertical, en tanto que, por medio de una bomba neumática, se enrarece el aire en su interior. Los pelos lanzados en la caja *A* por el cepillo giratorio y llevados adelante por una corriente de aire, salen por la hendedura referida y se depositan sobre la superficie del paño húmedo, adhiriéndose con fuerza en virtud del vacío creado al interior de la campana. Para obtener una capa de pelos del espesor debido, se abre con pausa la abertura de la caja *A*, sacando un operario la tapa *R* poco á poco, de modo que la campana se vaya revistiendo gradualmente desde abajo arriba. Terminada la operación, la campana, con su revestimiento de pelos, se envuelve en un paño húmedo, se quita del zócalo y se sumerge en agua acidulada, con lo cual adquiere la capa de fieltro la consistencia suficiente para que pueda separarse de la campana. De este modo se obtienen conos de fieltro de dimensiones iguales á las que se producen por el batido á mano, y el enfurtido de los mismos, mediante el cual se reduce su tamaño tomando el fieltro el cuerpo necesario, se verifica también mecánicamente. Las máquinas de enfurtir son de dos clases, constituyendo, bien laminadores con cilindros poligonales ó de muchas caras, entre los cuales se hacen pasar repetidamente cierto número de conos de fieltro envueltos en un paño; ó bien batanes perfeccionados que obran por golpes repetidos.

Las demás operaciones, ó sean la formación de los sombreros y su apresto, se verifican también, en parte, en las grandes fábricas, con la ayuda de aparatos especiales, entre los que mencionaremos el torno reproducido en la figura 777: los conos de fieltro se colocan sobre los modelos *F*, que giran cada uno en torno de su eje vertical y se calientan por dentro mediante vapor de agua, en tanto que los operarios van produciendo la forma deseada y alisan la superficie con piedra pómez ó papel de lijar.

Otros empleos del fieltro.—En diferentes industrias se emplean para filtrar



Diversas clases de sombreros.

líquidos conos de fieltro basto, que se producen también en las sombrererías y sólo se diferencian por su tamaño de los de igual clase que usan como sombreros los arlequines ó *clowns* de los circos. Pero para diversos objetos, como zapatos, botas, pantuflas, suelas sueltas, alfombras, etc., se emplean fieltros planos más ó menos bastos, cuya fabricación supone máquinas especiales,



Fig 777.—Torno para formar los sombreros de fieltro.

entre otras una cardadera que deja los pelos extendidos en fajas planas continuas, y una máquina de enfurtir que elabora estas fajas, transformándolas en piezas de fieltro de mayor ó menor ancho, y de largo indeterminado. Entre los fieltros planos más finos que se producen, mencionaremos el género destinado á forrar los martillos de los pianos, y que se fabrica exclusivamente con lana de la mejor clase. Los fieltros más bastos se emplean con frecuencia para revestir cilindros y tubos de las máquinas y aparatos de vapor, como medio

para conservar el calor; impregnados ó saturados con asfalto ó brea, sirven para cubrir casas de madera y otras construcciones semejantes, así como para forrar exteriormente los buques de madera, que luego, como es sabido, se revisten con cobre.

CEPILLOS, BROCHAS Y PINCELES

No deja de parecer singular que precisamente el animal cuyo nombre suele aplicarse á todo lo desaliñado y sucio, sea el llamado á proporcionarnos un material que empleamos diariamente en el aseo de nuestra persona y la limpieza de nuestros vestidos, y sin el cual tendrían que luchar los pintores con no pocas dificultades para dar cuerpo á sus artísticas creaciones. Las cerdas tienen, en efecto, cierta misión civilizadora, digámoslo así; y son tanto más indispensables, cuanto que no se dejan sustituir completamente por otro material. De aquí que se busquen por do quiera con afán, y su precio tiende continuamente al alza, constituyendo un importante artículo de comercio, cuyas clases superiores se pagan á razón de 18 á 20 pesetas por kilogramo.

Cepillos.—Las cerdas que más se aprecian en la fabricación de cepillos son las que proceden del dorso del animal, y su valor depende de su largo, tiesura y elasticidad, así como de su color; las blancas se pagan más caras que las grises, rojizas, abigarradas ó negras, si bien, por regla general, estas últimas son las más largas y tiesas. Las cerdas blandas procedentes de otras partes de la piel del animal adulto, así como de cerdos jóvenes, y también los pelos de la cabra se utilizan en la fabricación de cepillos suaves. Además, las crines de cola de caballo se emplean en esta industria, especialmente para cepillos de dientes y dar lustre á las botas, siendo preferidas las negras por su buena calidad. En tiempos recientes se han introducido con ventaja en la fabricación de escobas y cepillos bastos, como los empleados en la limpieza de las casas, calles, etc., las fibras de las hojas de una palmera brasileña *(Attalea funifera)*, que se designan en el comercio con el nombre de *piassava*, y las asimismo muy resistentes del tegumento externo de la nuez del cocotero, que se importan en Inglaterra en grandes cantidades; también una clase fina de *piassava* se emplea en la fabricación de cepillos, ora por sí sola, ora mezclada con cerdas, asemejándose mucho por su aspecto á las fibras de ballena.

Generalmente hablando, las cerdas de más valor son las procedentes de los países septentrionales; las mejores son de Polonia y Rusia; el Norte de Alemania, Hungría, etc., produce cerdas de calidad mediana; mientras que Francia, Inglaterra y aun los Estados Unidos tienen que importar de aquellos países las más fuertes que necesitan. En las Islas Británicas la carestía de cerdas debe atribuirse, no tanto al clima, sino al giro especial que allí se da

á la cría del ganado; las castas naturales del cerdo han cedido el puesto á las artificiales de cebo, que, si dan carnes inmejorables, apenas llevan cerdas propiamente dichas, sino más bien un pelo lanudo fino.

El modo de la peladura influye sobre el valor de las cerdas, siendo las que se arrancan en frío superiores á las que han sufrido la acción del agua caliente; por singular que parezca, no perjudica á las cerdas el procedimiento de peladura en que se emplea la cal. En los países productores de este material constituye la peladura de las pieles de cerdo un oficio especial, y los que á él se dedican, verifican de primer intento la limpieza de las cerdas y su clasificación con arreglo á su color, grueso, largo, etc.; pero el fabricante de cepillos tiene siempre que repetir estas operaciones con la mayor escrupulosidad. Empieza con la clasificación que se verifica á mano, y supone, no sólo una paciencia á toda prueba, sino también mucha práctica; es verdad que un fabricante inglés, llamado *Smith*, ha construído una máquina especial para dicha operación; pero según nuestras noticias, es demasiado complicada para dar resultados prácticos. Clasificadas las cerdas, se limpian por medio de una disolución caliente de alumbre, lavándose después en agua pura; hecho lo cual, las blancas y amarillentas se exponen durante bastante tiempo al aire y al sol, para mejorar su color, manteniéndose húmedas y cubriéndolas también con planchas de vidrio. Para el blanqueo de las cerdas de color más pronunciado, se lavan primero en una lejía caliente de jabón, se sumergen durante un día ó dos en una disolución saturada de ácido sulfuroso en agua, y después de repetir el lavado con la lejía, se exponen al sol bajo vidrio; de este modo resultan muy blancas y adquieren además un hermoso brillo sedoso. Después del blanqueo se procede, en algunos casos, al teñido de las cerdas, mordiéndolas primero en una disolución caliente de alumbre ó hierro, y sometiéndolas luego á un tinte, también caliente, de palo de Campeche, de Pernambuco, añil ú otra materia colorante á propósito. Para que los colores propiamente dichos salgan bien, es preciso emplear cerdas blanqueadas; las grises, rojizas, amarillas ó abigarradas, sólo se prestan, sin blanquear, á la tintura en negro.

Las clases de cerdas, así como los demás materiales empleados en la fabricación de cepillos, dependen, como es consiguiente, del uso á que éstos se destinan. Los cepillos bastos, escobas y escobones, como los que se emplean para fregar, barrer, limpiar botas, etc., reciben una caja de madera dura ordinaria (roble ó haya), de color natural ó pintada; mientras que en los de clase mediana, como los cepillos para la ropa, por ejemplo, la caja se barniza ó chapea, y los más finos de tocador reciben cajas de maderas exóticas, incrustados con nácar, etc., ó bien de marfil. Para las cajas de los cepillos de limpiar dientes y uñas suele emplearse el hueso, el marfil y el cautchuc endurecido. Dichas cajas se forman en las fábricas con la ayuda de sierras y cepillos mecánicos, tornos, máquinas de fresar y otros aparatos usados hoy en la car-

pintería y tornería, y también se emplea un torno de construcción especial para hacer los numerosos agujeros destinados á sujetar las cerdas. Antes se taladraban á mano las cajas de los cepillos, con el parahuso ó el berbiquí; pero por medio del torno referido, la operación se verifica con una rapidez y precisión muchísimo mayores, puesto que un solo trabajador puede producir de 50.000 á 60.000 agujeros al día. En cada caja de cepillo se hallan los agujeros distribuidos en filas rectilíneas paralelas, pero alternando los de cada fila con los de las filas inmediatas; y en muchos casos, sólo los agujeros de la fila central están perpendiculares á la superficie de la caja, disponiéndose los demás con cierta oblicuidad, correspondiente á la colocación más conveniente de las cerdas. También debemos advertir que los agujeros atraviesan la caja de parte á parte, ó sólo penetran en ella hasta cierta profundidad, según el procedimiento seguido para sujetar las cerdas.

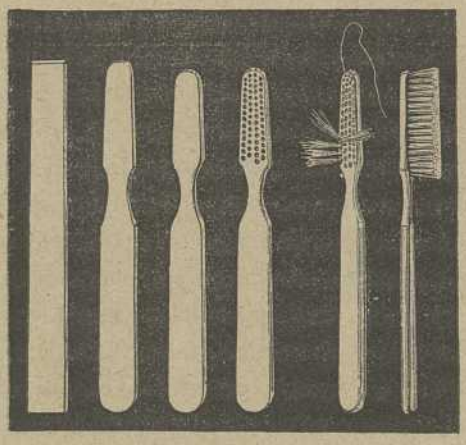


FIG. 778.
Modo de sujetar las cerdas de los cepillos de dientes.

Esta operación se verificaba antes exclusivamente á mano, con arreglo á dos modos distintos: según el uno, se necesitan cajas agujereadas hasta una profundidad determinada, y después de formar el operario pequeños haces de cerdas, atando fuertemente con un hilo cierto número de éstas por la raíz, moja el extremo atado de cada hacecillo en pez fundida, y lo hunde en un agujero de la caja, dándole una vuelta para que se afirme bien. El segundo modo supone cajas agujereadas de parte á parte, y la sujeción de las cerdas tiene lugar por medio de un bramante ó alambre delgado de latón; con semejante hilo se forma un lacito que se pasa por el primer agujero de una fila, desde la cara posterior de la caja; al asomar el lacito en la cara anterior, se le atraviesa con un hacecillo de cerdas sin atar, de modo que el hilo abrace su punto medio; y entonces, haciendo tiro del hilo ó alambre desde atrás, se doblan las cerdas por medio y se hunden en el agujero. De este modo se procede con todos los agujeros de la caja, quedando los hacecillos de cerdas sujetos por un hilo ó alambre continuo; y, por último, se cubre la cara posterior de la caja con una tablita, pegada con cola ó atornillada, de modo que no se vean los agujeros ni el medio de sujeción de las cerdas.

Se hacen también pequeños cepillos, cuyas cerdas están sujetas con arreglo al modo último descrito, pero cuyas cajas de hueso ó marfil están formadas de una sola pieza, y, sin embargo, no dejan ver por el dorso ni agujeros ni hilo

de sujeción. El artificio se produce de la siguiente manera: los agujeros destinados á recibir las cerdas sólo penetran en la caja hasta cierta profundidad, pero cada fila de ellos comunica por el fondo con un agujero en el seno de la caja, que le atraviesa en toda su longitud; en estos taladros longitudinales se introduce un hilo, y sacándolo sucesivamente en forma de lacito, por los agujeros perpendiculares, se van metiendo los hacecillos de cerdas, como en



Fig. 779.—Fabricación mecánica de los cepillos.

el caso anterior, quedando éstos sujetos al hacer tiro del hilo (véase la figura 778). Los agujeros longitudinales se disimulan luego tapándolos con un taruguito de hueso ó marfil.

Varios fueron los ensayos infructuosos encaminados á resolver el problema de fabricar los cepillos mecánicamente, hasta que, hace unos quince años, un señor *Woodbury*, de Nueva York, construyó una máquina ingeniosa, que responde perfectamente al objeto, y se ha adoptado desde entonces en muchas fábricas europeas, aplicándose, tanto á la fabricación de cepillos bastos como á la de los finos, con cajas de madera, hueso, marfil, ebonita, etc.,

lo mismo con cerdas que con los demás materiales usados en la industria.

La fig. 779 ofrece una vista de la máquina de Woodbury, para cuyo servicio se disponen previamente las cerdas, en cantidad relativamente considerable, entre los dientes de un gran peine de metal, que se coloca sobre una mesita inclinada de aquélla, y que, después de vaciado, puede sustituirse en un momento por otro lleno. Puesta la máquina en movimiento, dicho peine va avanzando á períodos en sentido lateral, de modo que las series de cerdas vienen á colocarse sucesivamente por delante de una canal, que se encuentra en una esquina anterior de la mesita, y en la que las cerdas sueltas van cayendo en la medida necesaria. Una aguja dotada de un movimiento especial, separa una porción de cerdas, correspondiente á un hacecillo del cepillo que se trata de formar, y la coloca horizontalmente por debajo de un estemple cilíndrico, susceptible de un movimiento de vaivén en sentido vertical; y éste, al bajar, dobla las cerdas por medio, como indica la fig. 780 *A*, introduciéndolos en un tubo por debajo del cual se encuentra una matriz ó tuerca, provista interiormente de una rosca de tornillo. Al meterse la parte doblada del hacecillo de cerdas en esta tuerca, la atraviesa por unos agujeros laterales un alambre (fig. 780 *B*), que en un abrir y cerrar de ojos, y á impulso de un mecanismo especial, se arrolla en torno de las cerdas, comprimiéndolas fuertemente, sirviéndole de guía el paso de rosca de la tuerca. En seguida quedan cortados los cabos del alambre, y siguiendo el estemple su carrera descendente, el extremo inferior del hacecillo, con el alambre arrollado, se introduce en un agujero de la caja del cepillo, en el cual se afirma, merced á un movimiento rotatorio que en el momento oportuno se imprime al estemple, de modo que queda como atornillado en la madera, según indica la fig. 780, en *C*. El trabajo de la persona encargada del manejo de la máquina se reduce á presentar sucesivamente á la boca del estemple los agujeros de la caja del cepillo, á cuyo efecto contiene el banco del aparato un tablero saliente (véase fig. 779), que sirve de apoyo al cepillo, así como de un mecanismo de guía situado por debajo. Mas aunque semejante trabajo no supone esfuerzo físico alguno, reclama una atención continua, puesto que la máquina es capaz de sujetar en un minuto nada menos de 70 á 80 hacecillos. Una vez formado el cepillo, ora sea á mano ó á máquina, las cerdas se despuntan ó igualan por medio de una especie de tijera mecánica, ó una máquina, cuyo elemento cortante consiste en un cilindro con cuchillas helicoidales. Después se pinta, barniza, pulimenta ó adorna la caja, y el cepillo queda acabado.

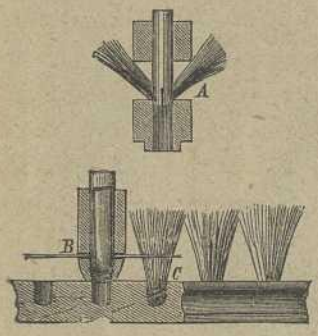


FIG. 780
Sujección de las cerdas según el sistema de Woodbury.

Los pequeños cepillos cilíndricos empleados para limpiar el interior de las botellas, etc., se forman de un modo muy sencillo: entre dos alambres atirantados se coloca una serie de cerdas, de modo que sobresalgan por igual en ambos lados; y entonces, por medio de una manivela ó cigüeña, se tuercen los alambres juntos, quedando las cerdas firmemente cogidas entre ellos, y dispuestas en espiral.

BROCHAS Y PINCELES

Las brochas ordinarias que usan los pintores de oficio, barnizadores y enjalbegadores, y que se emplean también para diversos objetos en las industrias, pueden considerarse como escobillas redondas ó aplanadas, cuyas cerdas bastas están sujetas á un mango de madera por medio de pez, bramante, alambre, ó tiritas de hoja de lata. Su fabricación, que constituye generalmente una rama de la de cepillos, no ofrece nada de particular, y, por lo tanto, es ocioso descender á los sencillos pormenores de ella. En cambio, la fabricación de las brochas finas y los pinceles empleados en la pintura artística, constituye una industria especial, que reclama no poco cuidado y habilidad.

Dada la consistencia ó lo espeso de los colores al óleo, sólo pueden emplearse en la respectiva pintura, brochas relativamente pequeñas de cerdas, con las cuales, y salvo raras excepciones, pintan los artistas hasta los detalles más finos de sus obras. Las cerdas que se emplean para semejantes brochas son las más suaves del cerdo doméstico, siendo preferidas por los fabricantes las procedentes de la Champagne (Francia), y en segundo lugar, las que se crían en Franconia y Hesse (Alemania). Los pinceles empleados en la pintura á la aguada, y en general con colores más líquidos que los al óleo, se forman con pelos de diferentes animales, prefiriéndose siempre los de las colas respectivas. En otros tiempos se utilizaban casi exclusivamente los pelos más finos de la cabra; pero aunque se aprovechan todavía para pinceles de calidad inferior, los materiales más en uso hoy, son los pelos de una especie de turón (*Putorius foina*), prefiriéndose los del turón plateado de Rusia; los de las martas parda y rojiza de Europa, Asia y Norte-América; los del tejón, y, por último, para los pinceles de superior calidad, los pelos de la cebellina rusa, que son inmejorables.

Las cerdas para las brochas se preparan como ya dijimos al tratar de los cepillos; en cuanto á los pelos para pinceles, se desengrasan primero, lavando las pieles ó colas de los animales respectivos en una disolución de alumbre, y dejándolas después veinticuatro horas en agua; una vez secas, se verifica la peladura cogiendo con unas pinzas pequeñas porciones de pelos y cortándolos con una tijera á raíz de la piel. Como es esencial que los pelos que com-

ponen un pincel sean de largo igual, se procede luego á su clasificación, colocando cierta cantidad de ellos verticalmente en una cajita de hoja de lata, con las puntas hacia arriba, golpeando suavemente para que los cabos inferiores se sienten por igual sobre el fondo, y entonces sacando con unas pinzas todos los que pasan de una altura determinada. Lo propio se hace con las cerdas; y una vez clasificados los materiales según el largo, se forman los pinceles ó brochas de diversos tamaños, procediendo del siguiente modo:

Cogiendo la porción de pelos ó cerdas de largo igual necesaria para el pincel ó la brocha que se trata de formar, se coloca con las puntas hacia abajo en una capsulita de fondo semiesférico, comparable por su forma y tamaño á un dedal; se golpea ésta ligeramente sobre la mesa para sentar los pelos por igual, y seguidamente, oprimiendo los cabos superiores con los dedos, se arrolla en torno de ellos un hilo, apretando bien y sujetándolo por medio de un nudo especial; hecho esto, se iguala el hacecillo por su base, cortando con una tijera los cabos sobrantes, y se procede á afianzarlo en el mango. Muchos pinceles reciben un mango de pluma de ave (cisne, ganso, paloma, etc), mientras que otros, en especial los ingleses de calidad superior, así como las brochas, tienen un canuto metálico sujeto á un mango de madera: en el primer caso la caña de ave se pone un día en agua, y entonces, después de mojar un hacecillo de pelos y sacarlo en punta entre los labios, se introduce en la caña por la parte más ancha, con la punta hacia adelante, y se empuja con un palito hasta que la punta salga por el extremo más estrecho de la caña, dejando libres los pelos en la medida necesaria; al secarse la caña, se encoge un poco, y sujeta firmemente la base del hacecillo. Con los canutos de metal se procede del mismo modo, salvo el remojo, pero procurando un ajuste más perfecto del hacecillo, á fin de que quede bien sujeto. Para los pinceles y las brochas aplanadas se emplean canutos metálicos de boca aplastada al atravesar la cual, los pelos ó cerdas del hacecillo quedan distribuídos como corresponde. En los pinceles redondos, en estado seco, el extremo libre del hacecillo se desarrolla en forma semiesférica, correspondiente á la del fondo de la capsulita arriba referida; dicha forma es precisa para que, al mojarse, tenga el pincel una punta fina; y de la igualdad de esta punta, así como de la elasticidad de los pelos ó cerdas, depende la calidad del pincel ó de la brocha.

CUERDAS DE TRIPA

Cuando en un concierto nos embriagan los puros y encantadores tonos de un violín, no nos acordamos seguramente de que el artista los produce pasando unas cuantas crines de caballo sobre tripas de oveja; pero no es menos cierto que dichos animales han tenido desde antiguo, y tienen el privilegio casi

exclusivo de proporcionar los elementos principales del instrumento más hermoso que existe. Únicamente el gusano de la seda puede sustituir, hasta cierto punto, á la oveja; pues, como nos enseñaron los chinos, con la seda cruda cabe hilar quintas bastante buenas, si bien no dan tonos tan puros y llenos como las cuerdas de tripa; su ventaja consiste en que se rompen más difícilmente que estas últimas, y de aquí su empleo por artistas de inferior categoría.

El empleo de tripas de animales en la fabricación de cuerdas para instrumentos de música, data de bastante antiguo, puesto que hace más de cuatro siglos que, al lado de las cuerdas de alambre, producíanse las de tripa en Alemania, principalmente en Nurenberg y Augsburgo. Pero durante mucho tiempo el país que producía las mejores cuerdas de tripa fué Italia, celebrándose en todas partes las llamadas "romanas„, por más que no se fabricaban en la "ciudad eterna„, sino en Nápoles, Padua, Verona, Venecia y Treviso. Actualmente se halla desarrollada dicha fabricación en Francia (París y Montpellier), Alemania (Augsburgo, Nurenberg) y Austria (Praga y Viena), donde se producen muchas más cuerdas que en Italia, y de calidad que poco ó nada deja que desear. La superioridad por que antes se distinguían las cuerdas italianas, y se mantiene aún respecto de las quintas de violín, suele atribuirse á los efectos de un clima cálido y seco, las particularidades del ganado ovejuno de Italia, ó á secretos especiales de fabricación; pero en realidad la causa estriba sencillamente en el hecho de que, en dicho país, la mayor parte de las ovejas se entregan al matadero en el primer año, porque no tiene cuenta la cría de la lana; por consiguiente, los fabricantes nunca carecen, en la época oportuna, de un material de superior calidad. Para las quintas de violín se toman en Italia tripas escogidas, de finura tal, que se necesitan tres de ellas para formar una cuerda. Fuera de dicho país, sólo sucede esto, en grado limitado, en el Mediodía de Francia, donde se cría una casta ovejuna á propósito; en otras partes, las quintas se forman con dos tripas, ó éstas se dividen primero en tiritas, que se elaboran en lugar de tripas enteras. La fábrica francesa más considerable es la de Savaresse, en París, que elabora anualmente las tripas de 800.000 ovejas.

En Italia empieza la matanza de los corderos y la fabricación de las cuerdas con la Pascua de Resurección; mas como los animales son todavía demasiado jóvenes y no han tenido alimento verde, las cuerdas hechas con sus tripas no son buenas, por no ser perfectamente lisas, si bien ofrecen el aspecto diáfano más hermoso. Las mejores cuerdas se producen con tripas de animales matados durante los meses de Junio á Septiembre; después las tripas resultan demasiado fuertes para quintas de violín, y antes, en este último periodo, sólo se fabricaban las cuerdas más gruesas; pero de algún tiempo á esta parte se ha adoptado en Italia la práctica francesa de dividir las tripas en tiritas, al intento de poder seguir produciendo quintas. A fin de año cesa la fabricación por completo, volviendo á empezar en la primavera siguiente.

La preparación de las tripas antes de torcerlas ó hilarlas, es lo esencial en la industria que nos ocupa, empleándose únicamente el intestino delgado de los animales. Esta tripa se halla constituída por tres capas, de las que es preciso separar la linterna y la externa, pues sólo la del medio es aprovechable. Por esto, las tripas se someten primero á una especie de maceración ó pudrimiento parcial, á fin de que pueda verificarse la separación de dichas capas; al efecto, se vacían y limpian aquéllas inmediatamente después de la matanza, colocándolas entonces, en Italia, durante veinticuatro horas, en agua fresca, que es preciso renovar á menudo. En la fábrica parisiense de Savaresse se verifica dicha operación en pilas de piedra, á través de las cuales circula continuamente, durante 12 á 15 horas, agua de 25 grados, moviéndose después en ellas, durante otras cinco horas, agitadores de paleta para completar el lavado. En el verano puede utilizarse una corriente natural de agua; pero este medio da con frecuencia malos resultados.

Terminada la maceración, se quita la membrana mucilaginosa del interior de las tripas, extendiendo éstas sobre una tabla y raspándolas con un cuchillo sin filo; hecho lo cual, se separa la membrana externa en tiras con la mano, utilizándose en París en la fabricación de látigos y cosas análogas. La capa del medio se somete á otra preparación que consiste esencialmente en una serie de baños de lejía alcalina, cada vez más concentrados. En Italia se emplean al efecto las heces del vino; en la fábrica Savaresse se mezclan éstas con carbonato de potasa, y en otras partes suele tomarse dicho carbonato sólo. Al mudarse las tripas de un baño á otro más concentrado, lo que tiene lugar por lo común diariamente, los operarios las pasan entre el índice y el dedo pulgar armado de un dedal de latón, ejerciendo cierta presión, á fin de quitarles las impurezas adheridas y estirarlas al mismo tiempo; antes de echarlas en el nuevo baño se suspenden al aire libre durante una hora, volviendo á pasarlas entre los dedos en estado medio seco. Merced á este tratamiento, se vuelven las tripas cada vez más limpias, diáfanas y esponjosas, y acaban por flotar á la superficie del baño, hallándose entonces en condición de ser torcidas ó hiladas. Como esta operación debe verificarse con la menor tardanza posible, las tripas se lavan seguidamente en agua pura, para quitar todo resto de la lejía, y se clasifican sin perder momento, apartándose las más finas para las quintas, separando las de color más claro de las oscuras, etc., y procediendo á dividirlas en tiritas si se quiere producir más quintas. Como las tripas resultan siempre más delgadas en un extremo que en el otro, las que se destinan á formar una cuerda se colocan encontradas, á fin de que ésta resulte de grueso uniforme.

El hilado ó torcido de las tripas todavía húmedas se verifica por medio de una rueda ó torno de cordelero, y supone mucha práctica y cuidado, si las cuerdas han de salir redondas y lisas. Por término medio, se da para cada

cuerda doscientas vueltas del torno, torciendo las quintas más que las cuerdas mayores; pero la torsión no se verifica de una vez, sino en dos, tres y hasta cuatro veces. Después de la primera torsión se atirantan las cuerdas en un bastidor y se someten en una cámara cerrada á la acción de los vapores de azufre, con el objeto de blanquearlas; hecho lo cual, es decir, al cabo de unas veinticuatro horas, se vuelven á torcer; con las cuerdas más gruesas suelen repetirse dos ó tres veces estas operaciones. Acabada la torsión, las cuerdas atirantadas se alisan frotándolas á mano con un manojo de crines, ó pasándolas por un sencillo aparato provisto de almohadillas de crín, que surte el mismo efecto; y, por último, se pulimentan en seco con polvo de vidrio y se saturan con aceite de oliva.

Para formar las cuerdas más finas de mandolina (una especie de laúd), se tuercen dos tripas juntas; para las quintas de violín se toman generalmente tres, ó bien, faltando tripas á propósito, de cuatro á seis medias tripas; la cuerda de *lá*, se forma con tres ó cuatro tripas enteras, mientras que la del *ré*, necesita de seis á ocho. En la fabricación de las cuerdas de guitarra se emplean tripas todavía más finas que para las de violín; la quinta del violoncello necesita 10, la del contrabajo 40, mientras que para la cuerda del *ré*, de este instrumento, se juntan nada menos que 80 á 85 tripas. En la fabricación de estas cuerdas tan gruesas (relativamente hablando), se aprovechan también las tripas de carnero, cabra y ternera. Por último, diremos que los bordones son sencillamente cuerdas de tripa ó hilos de seda, revestidos con alambre fino de plata ó de cobre plateado.

FIN DEL TOMO SEXTO

INDICE

PÁGINAS

CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINAS

Apuntes históricos.—Desarrollo de las máquinas, desde las herramientas más antiguas hasta la máquina de vapor. 7
Watt y sus contemporáneos..... 15
Objetos de la construcción de máquinas..... 20
Fomentadores de la misma..... 22
Materiales, métodos é instrumentos. 30
La fragua..... 31
Tijeras y sacabocados mecánicos... 37
Construcción de calderas de vapor.. 40
Herramientas mecánicas..... 46
Tornos..... 47
Máquinas de taladrar..... 56
Máquinas de cepillar..... 59
Máquinas de limar, avellanar y fresar..... 62
Transmisión de la fuerza..... 66
Pequeños motores independientes: hidráulicos, de gas, de petróleo, aire calentado y vapor..... 74

ARMAS DE FUEGO

Cañones.—Historia hasta Napoleón I. 85
Materiales de los cañones..... 98
Fabricación de cañones..... 100
Rayado..... 107
Cureñas..... 109
Carga por la recámara..... 117
Artillería de los diferentes Estados. 120

ARMAS DE FUEGO PORTÁTILES

Apuntes históricos..... 141
Rayado..... 147
Carabinas con carga por la recámara..... 150
Carabinas de repetición..... 164
El revólver..... 176
Escopetas y carabinas de caza..... 179
Fabricación de las armas de fuego portátiles..... 186

PÁGINAS

ARMAS BLANCAS Y ARMADURAS

Historia..... 191
El arte de la armería..... 208
Fabricación de armas blancas..... 213

CUCHILLOS Y HERRAMIENTAS CORTANTES

Consideraciones generales..... 219
Temple del acero..... 222
Fabricación de cubiertos de mesa, navajas de bolsillo y de afeitar, tijeras, etc..... 224
Guadañas y hoces..... 241
Sierras..... 243
Limas..... 251

CERRAJERÍA

Apuntes históricos..... 263
Las diversas partes de la cerradura..... 271
De las diferentes clases de cerraduras..... 274
Cerraduras de seguridad..... 283
Arcas de seguridad..... 293

CLAVOS, TORNILLOS, AGUJAS Y ALFILERES

Clavos.—Fabricación á mano..... 300
Fabricación mecánica..... 302
Puntas de París y fabricación del alambre..... 307
Clavos fundidos..... 315
Clavos de adorno..... 315
Tornillos.—Para madera..... 317
Tornillos para metal: fabricación á mano..... 320
Fabricación mecánica..... 326
Agujas de coser..... 327
Fabricación de las agujas..... 329
Alfileres.—Fabricación á mano..... 338
Fabricación mecánica..... 341

ELABORACIÓN DE CHAPAS METÁLICAS Y FABRICACIÓN DE PLUMAS DE ACERO

Preliminares y apuntes históricos.. 343
Hojalatería.—Materiales, herramien-

PÁGINAS

tas y trabajos generales..... 345
Trabajos especiales del hojalatero. Estampación, abolladura, conformación en el torno, etc..... 351
Muaré metálico y otros medios de adorno..... 355
Plumas de acero.—Apuntes históricos. 357
Fabricación de las plumas de acero. 359

RELOJERÍA

Principios..... 365
Reloj de sol, clepsidra y ampolleta.. 366
Antiguos relojes de ruedas y pesas con balancín..... 368
Primeros relojes de péndola..... 374
Mejoras en el reloj de balancín..... 375
Perfeccionamiento en el reloj de péndola..... 379
Mecanismo de campana..... 382
Nuevos progresos relativos al reloj de balancín..... 385
Compensaciones..... 387
El cronómetro..... 388
Mejoras en los relojes de bolsillo... 391
Relojes de péndola giratoria y de figuras..... 392
Relojes de torre..... 394
Relojes eléctricos y neumáticos.... 397
Autómatas..... 400
Fabricación de relojes..... 402

PLATERÍA Y JOYERÍA

Consideraciones sobre el adorno... 407
Estilos artísticos..... 409
Materiales del platero..... 412
Historia..... 415
Procedimientos técnicos..... 432

ELABORACIÓN DE LA MADERA

Introducción..... 441
Curación de las maderas..... 442
Elaboración..... 445
Sierras mecánicas..... 446
Máquinas de cepillar y fresar..... 451
Tornos..... 455
Máquinas universales para la elaboración de la madera..... 456
Máquinas para trabajos especiales. Fabricación de toneles..... 457
Talla de la madera..... 460
Ebanistería..... 463
Mosaico de madera y moldeado.... 470
Celulosa y celuloide..... 473

TORNERÍA Y FABRICACIÓN DE BOTONES

JUGUETES, ABANICOS, ETC.

Introducción..... 477
Del torno y trabajo del tornero.... 478
Fabricación de botones de madera, marfil vegetal, nácar, cuerno, etc. 487
Fabricación de juguetes de madera. 490
Fabricación de abanicos..... 493

PÁGINAS

CONSTRUCCIÓN DE CARRUAJES

Sobre el origen del carro..... 497
Datos históricos acerca de los carruajes..... 503
Construcción de los carruajes destinados á los caminos ordinarios... 508
Carruajes nacionales: araba, telega, tarantas, calesa, etc..... 511
Construcción de los carruajes de las vías férreas..... 514

CESTERÍA, ESTERERÍA, SOMBREROS DE PAJA

Ideas generales..... 517
Cestería.—Materiales, herramientas y procedimientos..... 518
Esterería.—El esparto y su elaboración..... 521
Sombreros de paja.—Cultivo de la paja. 522
Tejido de las pleitas..... 524
Fabricación de los sombreros..... 525
Sombreros de pita ó de Panamá.... 529

ELABORACIÓN DE LAS FIBRAS TEXTILES

Filatura.—Apuntes históricos..... 531
Materias textiles..... 536
Maná y su preparación..... 537
Seda: Sericultura y retorcido de la seda cruda..... 541
Algodón: Cultivo y preparación.... 549
Lino: Cultivo y preparación..... 553
Cáñamo: Cultivo y preparación.... 557
Yute: Cultivo y preparación..... 558
Ortigas, cáñamo de Manila, pita, etc. 559
Falsificaciones de las materias textiles..... 560
Filatura: Husos de mano y tornos de hilar..... 563
Historia de la filatura mecánica: Hargreaves y Arkwright..... 567
Filatura mecánica del algodón..... 570
Batido..... 571
Cardadura..... 574
Doblado y estiramiento..... 579
Máquinas de hilar..... 582
Filatura mecánica de la lana.—Lana de cardeo..... 590
Lana estambrera..... 593
Filatura mecánica del lino y la estopa..... 599
Idem del cáñamo y del yute..... 604

CORDELERÍA

La cuerda desde el punto de vista teórico..... 607
Materiales..... 608
Operaciones de la cordelería de mano..... 609
Cordelería mecánica..... 614
Empalme de cuerdas, etc..... 617
Cuerdas de alambre..... 619

TEJEDURÍA

Apuntes históricos..... 621
El telar común..... 625

PÁGINAS

Preparación de los hilados para el telar; devanado, urdido, plegado, etc. ... 630
Tejido ... 636
Armadura de tafetán ó lienzo ... 637
Armadura asargada ... 638
Armadura de raso ó satén ... 640
Jacquard y su máquina ... 642
Telar eléctrico ... 651
Tejidos especiales: Chales ... 652
Tejidos dobles ó huecos ... 655
Gasa ... 656
Terciopelo ... 657
Tapices y alfombras ... 658
Cintas ... 663
El telar mecánico ... 665
Apresto de los tejidos: batanadura, chamuscado, rebotadura, tundido, etc ... 670
Fabricación de encajes ... 675

MÁQUINAS DE COSER, BORDAR Y DE PUNTO

Historia del invento de la máquina de coser: Saint-Thimonnier y Howe ... 681
Perfeccionamientos de Singer, Wilson, Grover y Baker y Gibbs ... 688
Principios fundamentales de los diferentes sistemas de construcción. 689
Máquinas especiales y aparatos accesorios ... 701
Fabricación de las máquinas de coser ... 701
Máquinas de bordar ... 703
Máquinas de punto ... 708

PAPEL MAJADO, CARTÓN-PIEDRA, CARTÓN Y ROPA BLANCA DE PAPEL

Origen de la industria del papel majado ... 711

PÁGINAS

Materiales y métodos de la fabricación de tabaqueras, cajitas, muebles, tubos, ruedas ferrocarileras, etc ... 712
Cartón-piedra ... 713
Fabricación de juguetes de papel majado ... 718
Fabricación del cartón ... 721
Ropa blanca de papel ... 723

ENCUADERNACIÓN DE LIBROS

ARTÍCULOS DE VIENA

Apuntes históricos ... 727
Trabajos del encuadernador: Plegado á mano y á máquina ... 732
Cosido á mano y mecánico ... 737
Formación y adorno de los cantos ... 739
Elaboración y forrado de las tapas 744
Estampación de letreros y adornos. 745
Mosaico de cuero, etc ... 746
Fabricación de los llamados artículos de Viena ... 751

GUARNICIONERÍA, ZAPATERÍA Y GUANTERÍA

Elaboracióu del cuero ... 753
Zapatería á mano ... 754
Fabricación mecánica del calzado ... 756
Guantes de piel y su fabricación ... 761

ELABORACIÓN DE PELOS, CERDAS Y TRIPAS

Consideraciones generales acerca del fieltro ... 767
Sombreros de fieltro ... 769
Otras aplicaciones del fieltro ... 774
Cepillos, brochas y pinceles ... 781
Cuerdas de tripa para instrumentos de música ... 782

PLANTILLA PARA LA COLOCACIÓN DE LAS LÁMINAS

DEL TOMO SEXTO

Láminas		Páginas
I.	En la página	20
II.	En la página	24
III.	En la página	28
IV.	En la página	68
V.	En la página	88
VI.	En la página	93
VII	En la página	141
VIII.	En la página	156
IX.	En la página	165
X.	En la página	168
XI.	En la página	205
XII.	En la página	365
XIII.	En la página	407
XIV.	En la página	441
XV.	En la página	668
XVI.	En la página	700
XVII.	En la página	702
XVIII.	En la página	738
XIX.	En la página	775

REULEAUX

LOS GRANDES INVENTOS

6

9763