

RO

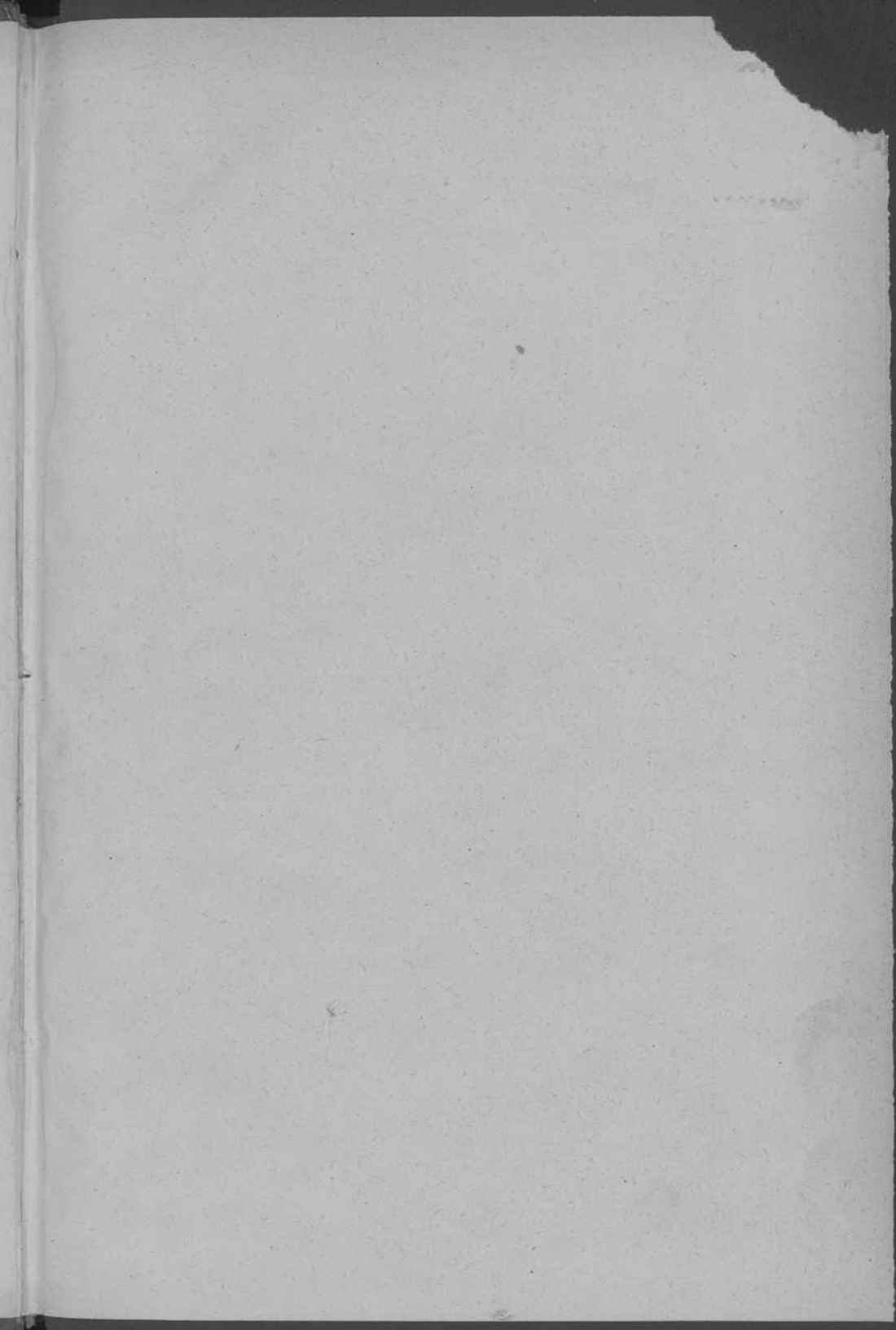
17

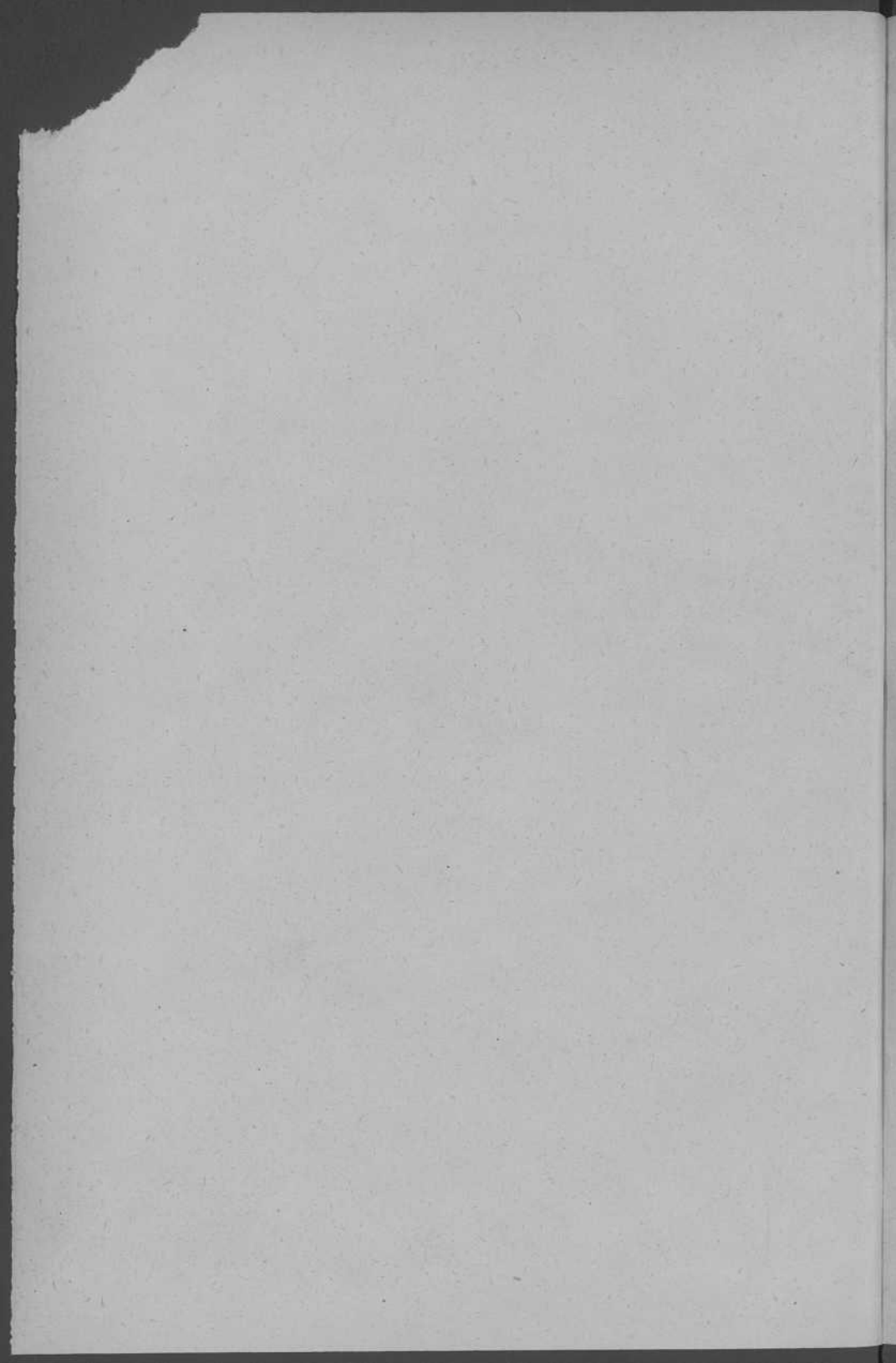
15417
~~8888~~

27

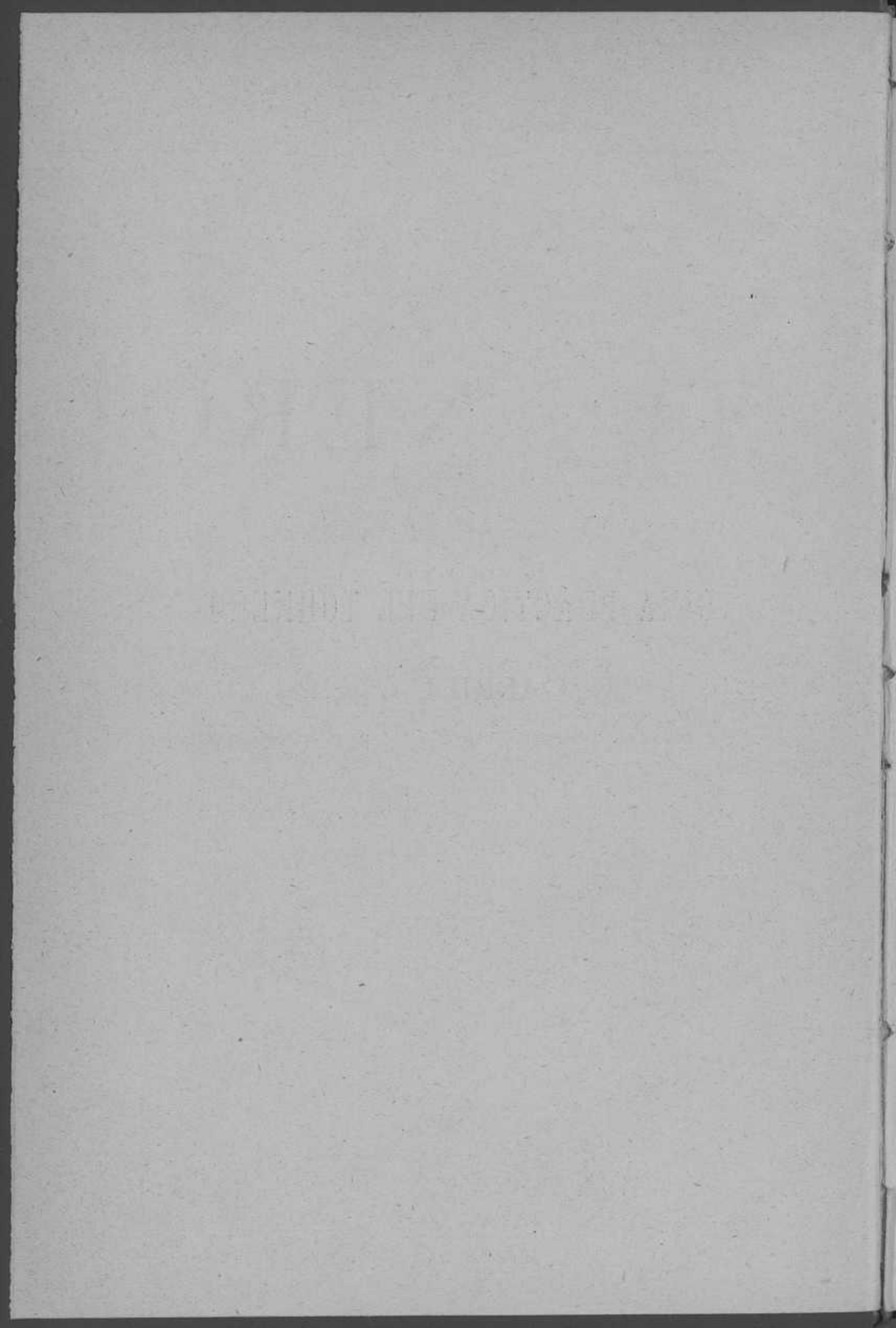
292

16732





GUÍA PRÁCTICA DEL TORNERO



7e
MONOGRAFÍAS INDUSTRIALES

GUÍA PRÁCTICA
DEL
TORNERO

EN TODA CLASE DE MATERIALES

POR

D. GABRIEL GIRONI

INGENIERO INDUSTRIAL Y OFICIAL DEL CUERPO DE TOPÓGRAFOS



MADRID
LIBRERÍA DE CUESTA
calle de Carretas, núm. 9
1884

Es propiedad de los Sres. Viuda é Hijos de D. J. Cuesta.

INTRODUCCION

La profesion del tornero es, sin duda alguna, la más importante de cuantas tienen por objeto dar forma á la materia, puesto que apenas hay oficio donde no intervenga. En efecto; desde el alfarero que modela el barro á torno, hasta el carpintero, ebanista, ajustador é instrumentista en las infinitas especialidades de todos estos oficios, necesitan del torno para su ejercicio. Por otra parte, son tantos los adelantos que se han introducido en esta máquina-herramienta, que en ciertos oficios ha llegado al límite de la perfeccion; véanse si no los ajustes de un *teodolito* ó cualquier otro instrumento de geodesia ó de astronomía, en que el más leve defecto de construccion acusaria errores que no existen ciertamente en esas prodigiosas observaciones de la medicion de la tierra y de los astros, que se realizan todos los dias sin discrepancias sensibles.

Casi todos los cuerpos sólidos pueden trabajarse á torno; la cuestion está reducida á la velocidad que se imprime al objeto que se tornea, y á la posicion y filo de la herramienta, no perdiendo nunca de vista las reglas siguientes: cuanto más blando sea el material, mayor será la velocidad que debe imprimirse al torno; y por el contrario, el material más duro ha de marchar con toda lentitud para obtener un buen trabajo; esto en cuanto al movimiento del cuerpo que se tornea; respecto á la herramienta, tambien obedece á principios generales que pueden reasumirse diciendo que cuanto más blando es el material, mayor filo ha de

tener la herramienta y más tangente ha de ser su posición con referencia á la superficie que se torneá; y recíprocamente, los cuerpos más duros se tornean con herramientas de poco chafán y obrando casi normalmente á dicha superficie. Los cuerpos semiblandos, como el marfil, el cobre y otros semejantes, se tornean con gran sencillez, ofreciendo el cobre la particularidad de que la herramienta ha de tener el corte en ángulo recto precisamente si se ha de conseguir algun resultado.

Creemos ocioso insistir en la importancia que tiene este oficio ante el desenvolvimiento progresivo del trabajo moderno; los que han visitado talleres lo saben demasiado, y los que no, que contemplen detenidamente los objetos de su mismo hogar, desde la modesta silla donde se sientan, hasta el botón de sus vestidos, y en todas partes verán la mano del tornero, interviniendo la máquina de coser, el reloj é infinidad de enseres y útiles domésticos que tanto se prodigan en nuestros días.

En virtud de estas consideraciones, que tienden á determinar la unidad en el arte del tornero, es preciso que adoptemos un plan para la presente obra que justifique esta tendencia; por lo tanto, empezaremos por dar una ligera idea de los materiales que pueden someterse á esta labor, deteniéndonos algun tanto en los más importantes. Despues estudiaremos el torno más elemental, siguiendo con la descripción y empleo de cuantas herramientas y útiles emplea el tornero en el ejercicio de su profesion; en seguida describiremos los tornos especiales, con las aplicaciones á que se destinan; y por último, terminaremos con algunos elementos y problemas de geometría, muy necesarios al tornero, seguidos de una larga série de recetas sobre los medios de teñir, preparar y pulimentar gran número de materiales.

GUÍA PRÁCTICA DEL TORNERO

PRIMERA PARTE

CONOCIMIENTO DE MATERIALES

Con objeto de metodizar, daremos á esta primera parte de nuestra obra una clasificacion apropiada á la naturaleza de las materias objeto de nuestro estudio; así, pues, empezaremos primeramente por las del reino vegetal, ó sean las maderas; despues seguirán las del reino mineral, como son las piedras y metales; á continuacion las de origen animal, como el hueso y el marfil, terminando con algunos productos especiales de la industria moderna que se deben conocer por ser susceptibles de labrarse á torno.

MATERIAS VEGETALES

Consideraciones generales sobre las maderas

Antes de estudiar la inmensa variedad de maderas que se conocen en el comercio y que más aplicacion deben tener en esta profesion, es preciso que hagamos algunas consideraciones generales acerca de sus propiedades y otras circunstancias más ó menos comunes á todas ellas.

Nadie ignora que los árboles maderables están constituidos por una série de capas perfectamente distintas y visibles, que se van formando de año en año, superponiéndose de adentro á afuera; la manera de crearse estas capas leñosas es muy sencilla: al llegar la primavera se anuncian las *yemas* en las ramas del árbol merced al jugo que asciende por el mismo, tanto á favor de la mayor expansion de los vasos, que se ensanchan en el verano por el aumento de temperatura, como atraida por la evaporacion, fundada en igual causa, que se manifiesta en todas las yemas á la

vez y en toda la epidermis del vegetal; cuando las hojas adelantan en su desarrollo, esta evaporacion viene á ser por sí sola la causa más importante que provoca la ascension de la sávia, que deja en las partes tiernas del vegetal los jugos que determinan su desarrollo, descendiendo despues con el sobrante, y con él se forma esa parte leñosa que todos los años, debajo de la corteza, añade una envoltura más al tronco, manifestándose en un nuevo anillo cuando se da en aquel un corte recto.

En los climas del Norte, donde los cambios de temperatura son tan exagerados, se manifiestan más visibles dichos anillos, al contrario de lo que sucede en las zonas templadas, en que no se paraliza la vegetacion, y de este modo la capa intermedia que evidencia el reposo del invierno, apenas es sensible. Estos círculos tampoco son regulares, alterándolos mil circunstancias especiales y otras generales, debidas á la posicion que el árbol tuvo en el campo, que consisten especialmente en la mayor amplitud de los anillos hácia el Mediodía; causa que motiva la notable excentricidad de estos, y por ello es raro ver un tronco con la médula en su centro, siendo lo general que se encuentre más próxima á la parte de corteza que estuvo expuesta al Norte. De la ordenacion de un monte y de los cuidados que con sus árboles se tenga, depende la calidad de la madera que produce. Así, pues, en los montes abandonados á sí mismos, y en climas exagerados, donde las transacciones del invierno al verano se verifican casi sin primavera alguna, como sucede en las sierras de nuestra Península, es causa de que los movimientos de la sávia se hagan con exagerada precipitacion, determinando tumores que taladran las capas leñosas, produciendo los *nudos* allí donde se desgajó una rama que nunca debió de crecer, y algunas veces especies de verrugas y otras enfermedades que convierten excelentes maderas de construccion que pudieran ser limpias, fáciles de labrar, tersas, ligeras, elásticas, de mucha vida y gran resistencia, en groseros leños que se pudren fácilmente, quebradizos, de mal aspecto, y que, llenos de resina, sólo sirven para alumbrar las ennegrecidas viviendas de atrasadas aldeas. Por esto las maderas de nuestros climas, procedentes de países donde se cuidan los montes, se distinguen tanto de aquellas otras en que aun subsiste el más punible abandono.

Conocer, pues, el origen de la madera es muy conveniente en el arte del tornero, cuando se han de comprar grandes partidas, en que no puede examinarse pieza por pieza. Además, así como en la carpintería de taller se solicita mejor madera que en la de

armar, el tornero, como el ebanista, aun deben exagerar esta tendencia, á fin de conseguir maderas más limpias y de mejor calidad.

Hay circunstancias naturales en las maderas que las dan mucho atractivo: las sinuosidades de las vetas unas veces; las interrupciones de las mismas formando pintas más ó menos alargadas, como en el roble, haya y otras variedades; las motas tan notables del arce de América, que dan á su madera el nombre de *ojo de perdiz*; las excrecencias producidas por los tumores naturales ó artificiales, con sus caprichosas vetas; y por fin, las raíces de la mayor parte de los árboles originan preciosos tableros y aun piezas torneadas que, barnizadas despues, presentan caprichosos veteados, de un aspecto precioso.

Las maderas sufren cierta contraccion muy notable desde que se cortan hasta que se secan, dando lugar á muchos accidentes del peor efecto. Cuando la pieza labrada encierra la médula ó corazon del árbol, es muy fácil que se abra en dos ó tres porciones en sentido del radio, que va desde dicha médula á la periferia; y en el caso en que no esté comprendida esta parte central en la pieza labrada, entonces se alabea esta, presentando la concavidad hácia las capas exteriores. La explicacion de estos efectos está en la diferencia del agua de vegetacion que contienen las partes del vegetal, siendo mayor en las capas exteriores; y por lo tanto, cuando se secan, se contraen más que las interiores, produciendo roturas en el primer caso, ó alabeamientos en el segundo. La manifestacion más patente de esta verdad se nota en las tablas, que siempre se encorvan, presentando la convexidad hácia donde se encuentran las capas interiores. Cuando se quiera aplanar una tabla en un momento dado, se humedece bien la parte cóncava, y se pone á un fuego lento la superficie convexa, y en breve se corrige este defecto. Antes de terminar, debemos advertir que la accion del calor del sol sobre una madera cualquiera, suele bastar para rajarla; por lo tanto, no debe apresurarse la desecacion por medio del calor si se quiere prevenir este accidente. Lo mejor es no labrar madera que no esté bien seca. Conviene distinguir la humedad de vegetacion que contiene un tronco recién cortado, con la que pueda haber adquirido por inmersión en el agua; pues así como la primera es difícil de quitar, la segunda desaparece en seguida y sin peligros.

Veamos despues de estas consideraciones los medios que se conocen como más prácticos para desecar y conservar la madera.

No está demás que consignemos la ventaja de cortar los árboles

en el invierno, cuando el movimiento de la sávia es casi nulo, conviniendo mucho quitar la corteza al árbol, donde se anidan insectos que pueden destruir la madera, y por fin, dividirla en trozos y desbastarla para facilitar la desecacion espontánea.

DESECACION DE LA MADERA.—Conseguir una madera bien seca, hasta el extremo de no temer nada de su empleo, tanto en punto á contraccion, como al alabeamiento que siempre ocurre cuando no ha desaparecido toda la humedad, es cosa de muchos años si se ha de verificar espontáneamente. En su consecuencia, desde hace algun tiempo se vienen estudiando varios medios que previenen este inconveniente, y que describiremos á continuacion.

Procedimiento por immersion.—Los carreteros son los que más emplean este método, sobre todo con el olmo y el nogal; consiste el procedimiento en sumergir completamente los pedazos de madera en una gran pila de agua, ó mejor en una corriente, adonde los tienen algunos meses; y de este modo, penetrada la madera por el agua, se disuelven en ella los jugos, que tan difícilmente se evaporan al aire libre. Despues, la desecacion del agua la consiguen con gran facilidad en pocas semanas. Para que esta se verifique mejor, se colocan los maderos en pilas, de modo que puestos unos sobre otros, dejen pasar el aire entremedias, procurando que tengan los menos puntos de contacto que sea posible, y además, fuera de la accion directa de los rayos solares, tanto más perjudiciales, segun sabemos, cuanta más humedad tenga la madera. Por fin, cuando está bien seca, se conserva mejor que en ninguna parte en un cobertizo donde no reciba humedad alguna, pero donde esté bien aireada por todas partes. Cuando las maderas son delicadas y el objeto á que se destinan sea de mucha precision, todavía es preciso que el local donde se conserven las maderas esté preservado de cambios bruscos de temperatura; y además, dichas maderas deben desbastarse hasta darlas casi las dimensiones que deban tener, á fin de que las superficies se acostumbren, por decirlo así, á la influencia directa del aire atmosférico.

Con objeto de acelerar la desecacion por el procedimiento que acabamos de exponer, propuso M. Mugueron que se hirviese la madera en agua, secándola despues en una estufa, con lo que se consiguieron excelentes resultados, puesto que, segun informes de la Academia de Ciencias de París, la madera adquiria mayor resistencia, se preservaba de ulteriores resquebrajaduras, polillas y otras enfermedades, y últimamente, se facilitaba el cerchado de la que se destinase á ser encorvada.

El holandés Neuman, carpintero de Hannover, inventó una modificacion que consistia en hacer hervir el agua por medio de una corriente de vapor; de este modo, los recipientes donde se verifica la coccion pueden ser de madera de encina, y por lo tanto, menos costosos que cuando, puestos sobre la accion del fuego, era preciso que fuesen de hierro. Es, por consiguiente, un procedimiento económico y nada más. Tambien se cuecen las maderas con lejía, y de este modo se previenen las picaduras. Hay otros muchos procedimientos para la desecacion artificial de las maderas.

M. Price inauguró un nuevo sistema de desecacion artificial, que consistia en hacer pasar una corriente de aire seco y caliente á través de la madera, de un extremo á otro, y en direccion de su hilo.

Por fin, en la última Exposicion de París se ensayó un procedimiento para desecar artificialmente la madera, fundado en el principio anterior, despues del cual nada nuevo ni mejor se ha inventado sobre el asunto. Debido á M. V. Fréret, consiste este sistema en someter las maderas á la accion de los humos. Al efecto se dispone un espacio cerrado, hecho de fábrica; en él se establece un hogar especial, cuyos humos, merced á una disposicion variable de conductos de circulacion, son impelidos por una chimenea á penetrar en el interior de las maderas destinadas á secarse. Con este medio de desecacion, no sólo se previenen en poco tiempo los inconvenientes de los alabeamientos y otros que dejamos referidos, sino que, gracias á la accion de los principios piroleñosos, se evitan, tanto las alteraciones orgánicas de la madera, como las ocasionadas por ciertos insectos ó la putrefaccion, pues es sabido que la creosota que llevan los humos ha servido para la conservacion, durante siglos, de los cuerpos orgánicos más complicados.

Además, hecha esta desecacion en el monte mismo, donde tanta sobra de madera suele haber, resulta una doble ventaja, y es que, reducida la madera á un 35 por 100 de su peso, hará menos costoso su transporte.

CONSERVACION DE LA MADERA.—En toda madera desecada al aire libre quedan gérmenes de descomposicion que deben combatirse á todo trance. Los insectos son, entre otros, los más perjudiciales, siguiendo las cáries secas ó húmedas, que suelen descomponer tambien las maderas, haciéndolas inservibles. Antiguos procedimientos aconsejaban el empleo del aceite sobre la superficie de las maderas, como preservativo contra los insectos.

Entre las preparaciones de uso externo que se utilizan con más éxito para este objeto, es sin duda alguna la de *parafina*, muy empleada en Alemania del modo siguiente: Se seca bien la madera, y despues se recubre su superficie con la disolucion de una parte de parafina fundida en seis de petróleo, éter ó bisulfito de carbono. Los disolventes se evaporan en seguida, y queda la parafina cerrando todos los poros de la madera. El inconveniente de este procedimiento está en lo peligroso de la preparacion, dado lo inflamables que son sus ingredientes; además, el vapor producido por los dos últimos, mezclado con el aire, suele producir explosiones peligrosas. Sin embargo, el sistema ha dado grandes

resultados, preservando la madera contra la accion de los ácidos, los álcalis y su propia descomposicion.

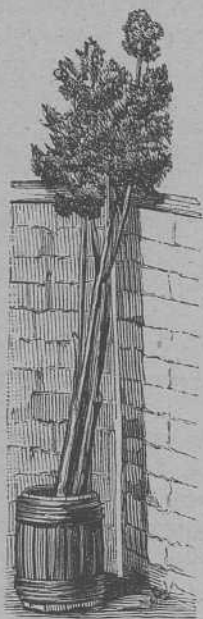


Figura 1.^a

M. Verrier propuso hace mucho tiempo un método de conservar la madera, que consiste en introducir en su interior una disolucion de sulfato de cobre. Este sistema ha logrado inmensa aceptacion para preservar las traviesas de ferro-carril y toda clase de madera que deba estar enterrada ó bajo la influencia atmosférica. El autor de este procedimiento propuso el medio siguiente: Se cortan las maderas desde el mes de Agosto hasta fin de Octubre, época en que todavía hay movimiento de la sávia; despues se quitan casi todas las ramas laterales, dejando solamente un ramo de hojas en la extremidad de cada pié ó tronco. Los cortes se darán bien limpios, de modo que los poros queden abiertos para la absorcion. Inmediatamente se meten los extremos en toneles (véase la figura 1.^a), en donde se llenan sus tres cuartas partes

con un líquido compuesto de 3 á 4 kilogramos de sulfato de cobre por hectólitro de agua, previamente pulverizado si puede ser, ó cuando menos, bastante molido.

En cada tonel se ponen tantos piés de árbol cuantos pueda contener, de modo que permanezcan derechos, con las ramas de su extremo superior bajo la accion del sol, y en las exudaciones de ellas pronto se notará la ascension del líquido preservativo. De este modo quedan las maderas perfectamente penetradas, si bien con un color verdoso sucio que puede ser perjudicial en algunos casos.

Desde que se inventó este procedimiento han sido muchos los líquidos propuestos para sustituir al sulfato de cobre, y entre otros, citaremos los sulfatos siguientes: de hierro, de zinc, de cal, de magnesia, de barita, de aluminio, de potasa y de sosa; el carbonato de sosa, de potasa y de barita; el ácido sulfúrico, muriato de sosa, cal viva, nitrato de potasa, ácido arsenioso, deuto-cloruro de mercurio y el aceite de creosota. Estos preservativos han caído en desuso en su mayor parte, unos por ineficaces y otros por caros.

Cuando la madera estaba seca y sin rama alguna, era difícil conseguir la introducción de estos líquidos, y al efecto se inventó un medio muy ingenioso, aunque poco económico, para lograrlo. Una máquina, obrando por presión, introducía á la fuerza el líquido en una sección de la madera, haciéndola recorrer toda su longitud.

Por último, el Dr. Boucherie preconiza el empleo del pirolignito de hierro y otros compuestos, con los que, según los resultados de sus ensayos, consigue:

- 1.º Proteger las maderas de las cáries secas ó húmedas.
- 2.º Aumentar su dureza.
- 3.º Conservar y desarrollar la flexibilidad y elasticidad.
- 4.º Evitar las contracciones y veteados.
- 5.º Reducir su combustibilidad, y
- 6.º Hacerla susceptible de fijar mejor los colores ú olores que se le den.

En algunas de las preparaciones que propone para conseguir cada uno de estos fines, entra el pirolignito de hierro de este modo: en el primero y segundo caso, solo; en el tercero y cuarto, mezclando un cloruro terroso con la quinta parte de pirolignito de hierro; en el quinto, usando sólo un cloruro terroso, con lo que, hasta el carbon de la madera penetrada por este líquido, arde difícilmente. En cuanto al sexto caso, se procede de varios modos: unas veces se mezcla el color con el líquido que ha de absorber la madera; otras se preparan dos líquidos que, reaccionando en el interior de la misma, produzcan el color que se quiera; y por fin, las materias olorosas que se deseen impregnar en ella, han de disolverse en alcohol.

Resumiendo: los procedimientos para conservar las maderas y hacerlas resistentes á la acción de los tiempos, se fundan generalmente en impregnar el cuerpo leñoso con una disolución metálica, de cobre ó de hierro por lo común, ó con una disolución de creosota. Esta última tiene el inconveniente del olor des-

agradable que adquiere la madera, á la vez que se hace más combustible, y las primeras no son ventajosas dado el mal aspecto que toman si han de emplearse en construcciones de madera que deban quedar al descubierto. Para este caso se emplea el bórax con muy buen resultado; el procedimiento consiste en preparar una solución muy concentrada de este ingrediente, donde se remojan los trozos de madera, calentando lentamente el líquido hasta la ebullición, en cuyo estado se dejan las maderas de diez á doce horas, según la estructura y tamaño de las piezas que se preparan. En seguida se retira la madera del baño, y apilándola convenientemente, según sabemos, se orea, volviéndola á sumergir hasta que se complete su impregnación; últimamente, se sacan las piezas, dejándolas secar en definitiva, con lo cual quedan en disposición de utilizarse.

Cuando las maderas son muy duras, conviene empezar la operación calentándolas para que se sequen, y muy calientes, sumergirlas en el baño de la disolución de bórax.

Con este procedimiento, que es muy barato, no se altera el color de la madera, y además se hace casi incombustible; ventaja muy conveniente cuando se emplea en construcciones urbanas. Puede, además, hacerse impermeables al agua añadiendo goma laca á la disolución de bórax, en cuyo caso la madera adquiere un color parduzco.

Últimamente, M. Hatzfeld, de Nancy, propone la inyección en el interior de la madera del tanato de peróxido de hierro, sal insoluble y que reúne perfectas cualidades para la conservación de la madera.

Como este compuesto no puede disolverse, es preciso emplear un medio indirecto para que penetre en la madera. Al efecto se inyecta una disolución de tanato de protóxido de hierro, sal soluble y que en contacto del aire se sobreoxida, convirtiéndose en tanato de peróxido. Para que la operación saliese bien, sería preciso que se hiciese con extraordinaria rapidez; conviene mejor inyectar en la madera una solución de tanino primeramente, y después otra de protóxido de hierro, para lo cual suele recurrirse al pirolignito, que, sobre ser más barato, no altera en nada la fibra vegetal. La inyección se verifica en vasos cerrados, y por fin, este sistema se emplea mucho para la preparación de traviesas de ferro-carril, maderámen de plataformas, apeos de minas, y en general para toda clase de maderas que han de estar bajo la influencia directa de las humedades.

Maderas

En este capítulo estudiaremos las cualidades de las principales maderas torneables que se encuentran en el comercio, y aun daremos noticia de algunas otras que, siendo más ó menos conocidas en Europa, tienen condiciones para esta labor.

PINO.—Es la madera más abundante en España, pero en cambio no es la más apropiada para tornear, á causa de sus vetas demasiado pronunciadas. Sin embargo, las procedentes del Norte, que no tienen esta circunstancia tan exagerada, se utilizan muy bien en el torno, tanto para la juguetería, como para otros objetos de fantasía que, sobre no exigir resistencia, suelen estar pintados ó forrados casi siempre.

ROBLE Y ENCINA.—Son maderas muy resistentes, destinadas á objetos de mucha duracion. Se emplean poco en el arte del tornero, pues sus poros se manifiestan demasiado para alcanzar un buen pulimento, aparte de ser muy quebradizas, sobre todo el roble, y por lo tanto, seria difícil obtener molduras delicadas sin que se rompieran con frecuencia.

CASTAÑO.—El castaño, así como el roble, se emplean mucho para hacer *duelas* en tonelería. Tampoco tiene gran aplicacion para el tornero. Sin embargo, la ebanistería saca gran partido de todas estas maderas, cortando tableros en sentido de la seccion del árbol, por las preciosas líneas que presenta, especialmente el castaño, en la conjuncion del tronco con la raíz.

OLMO.—Esta madera se utiliza mucho en carretería, lo que indica su fortaleza; tiene un poro muy fino, y es susceptible de un hermoso pulimento. Se emplea bastante en el torno, dadas sus excelentes cualidades.

NOGAL.—Es una madera flexible, sobre todo la procedente de la noguera blanca; tiene un poro muy fino é igual, y por lo tanto, se pulimenta fácilmente. Esta madera se aplica mucho en ebanistería, y aunque con alguna dificultad, se tornea bastante bien.

ALAMO.—La madera procedente de las diferentes especies de este árbol no se utiliza para el torno por lo floja que es.

HAYA.—Es árbol de mucho desarrollo, y su madera es muy parecida al nogal. Se emplea, dada su resistencia, para hacer prensas de carpintero, para tuercas y tornillos, cubos de ruedas, y en general, para piezas que se han de debilitar con muchos ensambles. Se tornea fácilmente cortada en cualquier direccion; no se raja tan fácilmente por los cambios de temperatura como otras.

maderas; en cambio se pulimenta mal, á causa de sus poros, que son bastante pronunciados. Generalmente se tornean con esta madera escudillas, morteros y otros utensilios de poca importancia, como tambien se hacen zuecos, palas y hormas para zapateros ó sombreroeros. En esta madera se pronuncian mucho, como en ninguna otra, las manchas ocasionadas por los radios medulares.

OLIVO.—Madera especial que se usa tan sólo en la pequeña ebanistería, donde se hacen con ella, entre otros objetos, preciosas tabaqueras, utilizando sobre todo la raíz, que siempre tiene un veteado más caprichoso que el del tronco.

ESPINO.—Ninguna especie de este arbusto tiene gran aplicacion para el torno. Sin embargo, cuando alcanzan algun desarrollo, producen una madera preferible en este oficio á la de otros arbores forestales.

SAUCE.—Esta madera, criada generalmente en jardines y sotos, es muy floja, y por lo tanto, impropia para el torno.

BOJ.—Es la madera que en Europa alcanza mayor y más justificada fama en punto á densidad y otras cualidades que la hacen importantísima para multitud de aplicaciones. Se tornea muy bien, y es la madera más á propósito para hacer objetos de precision, tanto en aparatos como en instrumentos de aire para los músicos. Se ejecutan con esta madera tornillos perfectamente acabados, piezas de ajedrez, fichas para juegos, etc. Las excrescencias ó verrugas del boj producen preciosas maderas para los torneros. Por último, los grabadores en madera no usan otra más que esta, cortada al través, en seccion recta, consiguiendo sobre ella con el buril toda la diversidad de líneas que contenga el dibujo más delicado.

ACEBO.—De veta muy fina, bastante dura y de notable blancura, se presenta esta madera con excelentes condiciones para el torno. Su carácter de arbusto le imposibilitan producir grandes piezas; así que sólo se emplea en la ebanistería menuda, obteniéndose con ella los más preciosos objetos.

ENEBRO.—El arbusto que produce esta madera escasea en España con condiciones maderables. Al Norte se consiguen algunos piés capaces de dar una madera muy á propósito para ser torneada; su veta es muy delicada, y por fin, con esta madera se obtienen bonitos aunque pequeños objetos.

CEDRO ó ALERCE.—A pesar de lo dura que es esta madera, no tiene, sin embargo, buenas cualidades para el torno. En cuanto al cedro del Líbano, aclimatado en Europa hace algunos años, produce una madera blanda y de poca resistencia, á causa sin

duda del rápido desarrollo á que se le obliga artificialmente.

PLÁTANO.—Este árbol produce una madera blanca, de buen aspecto, y aunque parecida al haya, tiene un veteado más fino. Se puede utilizar perfectamente en el torno.

ABEDUL.—En los países del Norte adquiere mayor dureza que en nuestros climas. Su color es de un blanco sonrosado, y en todas partes se utiliza como una buena madera de torno.

TILO.—Es una madera blanda, muy buscada por los escultores de talla, á causa de lo fino de su veta; se corta muy bien en todas direcciones, y por fin, se emplea poco en esta profesion.

AVELLANO.—Tiene un color de carne pálido, y aunque con una veta muy fina é igual, no es susceptible de pulimento, por ser bastante blanda. No sirve para grandes obras por ser madera de arbusto, y únicamente se emplea para hacer cerbatanas, cañas de pescar, etc.

MORAL.—Esta madera se asemeja mucho al olmo en cuanto á su estructura filamentosa. La morera negra se emplea más en el torno que la blanca, á causa de ser más dura y de mejor pulimento que la madera de esta.

TEJO.—Produce una madera de muy buen efecto por los nudos y vetas que caracterizan al tejo nudoso. Esta variedad es la más apreciada de todas, con la que se hacen preciosos objetos de ebanistería. Se obtienen tambien muy buenos resultados al torno, donde recibe un pulimento como de cristal. Con las incrustaciones de marfil y de ébano se consiguen las más primorosas combinaciones. El tejo ordinario no tiene tan buen aspecto, por lo que sólo se emplea en obras de poca importancia, como pequeñas horteras, piés de devanadores, mangos de cuchillos, etc.

ALMENDRO.—Produce este arbusto, que suele ser árbol en algunas partes, excelente madera para tornear. Se emplea mucho para mangos de formones y escoplos, por lo bien que resiste los golpes del mazo, y tambien, á causa de su dureza, se usa asimismo para dientes de engranajes, cojinetes y otras piezas de resistencia. Es, por consiguiente, una excelente madera para tornear.

PERAL.—El peral tiene condiciones inmejorables para todo trabajo delicado; fácil de trabajar, sin nudos ni grietas, se corta en todas direcciones y con toda clase de herramientas. En el torno se obtienen piezas muy bien acabadas. Además, esta madera es susceptible de un hermoso pulimento; se tiñe de negro muy bien, imitando al ébano admirablemente, y por fin, tiene la cualidad de no alabearse, por lo que, con tan buenas cualidades, se emplea mucho para hacer modelos de máquinas y planchas para

imprimir percales ó papel de tapias. Por fin, su color rosáceo con las vetas oscuras que la caracterizan, dan un aspecto á esta madera sumamente agradable.

MANZANO.—El manzano tiene una madera muy dura, aun más que el peral; pero á pesar de sus cualidades, muy parecidas á las de este, tiene el inconveniente de alabearse, á causa de tener torcidas sus vetas. No obstante, si se emplea bien seca esta madera, pueden obtenerse con ella muy buenos resultados, sobre todo si es de manzano silvestre, por reunir esta variedad casi todas las cualidades de dureza é invariabilidad en la forma que distingue á las mejores maderas que se conocen.

ESPIÑO DE MAJUELAS.—Es su madera á propósito para el torno, especialmente si procede de un árbol joven. Cuando se corta viejo, presenta un color rojizo; pero tiene, sin embargo, excelentes condiciones para el tornero. Esta madera es muy parecida al *serval bravo*, aunque con mejores cualidades, pues ni se raja ni alabea nunca. Se construyen con ella mandriles, mangos de herramientas, roscas, tuercas y demás utensilios que difícilmente pueden hacerse bien con otras maderas. Insistimos en presentar esta madera como la mejor para ser torneada.

ALBARICOQUERO.—Tiene una bonita madera de color pálido, con sus vetas, muy agradables por cierto, de modo que puede utilizarse para obras delicadas que se ejecutan al torno perfectamente. Sin embargo, tiene el inconveniente este árbol de podrirsele el corazon con mucha facilidad, y por lo tanto, es una circunstancia que le perjudica en extremo.

MELOCOTONERO Ó ALBÉRCHIGO.—Como casi todas las maderas de los árboles frutales, tiene muy buenas cualidades cuando procede de un pié que alcance su completo desarrollo. Las vetas son tendidas, bien pronunciadas, y de un color de hoja de tabaco, mezcladas con otras menos oscuras. Esta madera exhala un olor de almendras amargas característico. Su único defecto está en que se suele abrir, por lo que conviene dividir en trozos el árbol apenas se haya cortado.

GUINDO.—Tiene una madera algo blanda, pero se tornea bien. Su particularidad más notable es la de que, sumergida en agua de cal, toma el aspecto de la caoba, si bien palidece con el tiempo.

CEREZO.—Esta madera es más dura que la anterior, y por lo tanto, se pulimenta mejor, y debia ser preferida por el tornero, á no tener el grave inconveniente de ser atacada por la carcoma.

CIRUELO.—Da una madera de inmejorables condiciones para el torno. El color es una mezcla bastante agradable de amarillo,

rosa, rojo y pardo, que sin comprenderse, deleita, sobre todo cuando se pulimenta bien. Esta madera adquiere un brillo como ninguna otra si se la somete á esta operacion. Por último, se corta perfectamente, y puede asegurarse que, despues del tejo y del boj, es la madera que sigue en las buenas cualidades de estas.

MEMBRILLERO.—Produce una buena madera, capaz de tornearse y pulimentarse bastante bien. Es casi negra hácia el centro, pero su color natural en toda ella es el amarillo. Se tiñe bien de negro. Esta madera se abre fácilmente, por lo que conviene no ponerla en sitios secos ó de mucho calor, á no estar perfectamente seca.

NARANJO Y LIMONERO.—De la parte leñosa de estos árboles se obtiene una hermosa madera, que se emplea mucho en pequeños objetos de ebanistería. Su color es de un amarillo muy variable y jaspeado casi siempre, con pintas de muy buen aspecto. Estos árboles suelen tener podrido el corazon, lo que perjudica mucho para conseguir trozos de algun tamaño.

Pudiéramos aun examinar otras maderas indígenas que tienen alguna importancia para el torno; pero siendo esta escasa, y por otra parte, no hallándose en grandes zonas que puedan interesar al comercio, las omitimos en obsequio á la poca extension que debe tener la presente obra.

Pasemos, pues, á ocuparnos de las maderas exóticas.

CAOBA.—Es la madera más vulgarizada en Europa entre las que proceden de otras regiones. En las Antillas españolas abunda extraordinariamente, alcanzando sus árboles gigantescas proporciones. Se exporta desde aquellos países en trozos de un metro á metro y medio de diámetro.

A pesar de las buenas cualidades de la caoba, de no alabearse ni hendirse, y que tanto la favorecen para ser utilizada en la ebanistería, no se tornea sino á costa de mucho trabajo. Sin embargo, existe en Africa una especie de caoba más dura que la de América, más densa y más compacta, que se presta mejor á ser torneada, si bien se alabea más fácilmente y tiene un color más pálido.

La caoba de América se recomienda mucho para modelería de fundicion, á causa de su notable invariabilidad.

Esta madera tiene un color amarillo rojizo cuando se acaba de cortar; color que va oscureciéndose con el tiempo, hasta el extremo de que, bien pulimentada, adquiere un tono vinoso característico muy vivo en el fondo, y con un gracioso veteado casi negro que tanto la hermosea.

PALO ROSA.—Al contrario que la anterior, esta madera es susceptible de tornearse perfectamente, obteniéndose con ella las labores más delicadas, sin temor á que se rompan. En los países intertropicales de América y en la India inglesa están las fuentes de donde se surte Europa de tan preciosa madera. Cuando se la sierra exhala un olor especial, que sin duda contribuyó en parte á darla el nombre que lleva. El color varía entre el rosa pálido y el rosa púrpura, con vetas de un tono pardo oscuro. El veteado es recto casi siempre, por ser madera filamentosa; y su carácter más especial consiste en palidecer con el tiempo, circunstancia que la distingue de las demás maderas. Para conservar su color se recomienda una fuerte mano de barniz; del mismo modo, cuando por los años pierde el matiz, se aviva con un nuevo pulimento.

Desde el apogeo de esta madera hace poco más de un siglo, se nota una decadencia creciente que casi la ha proscrito en absoluto, á pesar del furor con que fué acogida por la caprichosa moda.

El *palo violeta* es otra variedad de esta madera, de mejores condiciones que la anterior, pues es más dura, más compacta, y tiene más movidas las vetas. Su color es como indica el nombre; procede del Brasil, y es madera muy estimada. Hay otras variedades de este género, con listas y manchas de varios colores, constituyendo preciosas maderas, cada día más difíciles de encontrar, aun en los mismos países de las Guayanas y del Brasil, de donde son originarias.

MADERA PERDIZ.—Procedente también del Brasil, está caracterizada por un moteado especial, sumamente pintoresco. Es madera muy dura, fácil de pulimentar, y se trabaja muy bien en el torno. Por último, algunos la confunden con el *palisandre*, pero se distingue, tanto por su color más claro, como por el dibujo del moteado, que está más unido.

EBANO.—Es una madera de las más preciosas que se conocen; se torne a perfectamente, y en cuanto á su pulimento, nada deja que desear. Fué tal la importancia de esta madera antiguamente, que ella dió el nombre á la carpintería suntuaria al llamarla *ebanistería*.

El mejor ébano procede de la Isla Mauricio y de Madagascar; tiene un color negro muy intenso, carece de vetas, sus poros son invisibles, y partida con el hacha, se obtienen trozos cuyos cortes tienen una estructura concóidea característica, como si procediesen del carbon de piedra que se llama *turba*.

Los otros ébanos de la India y de ciertas localidades de la mis-

ma Africa no son tan buenos como el ébano Mauricio. En América tambien existe un árbol que produce el mal llamado *ébano verde*, de un color verde oliva, con venas más claras, que en nada se parece á ninguno de los ébanos citados; es, sin embargo, muy buena madera para tornear, bastante dura, y sobre todo, abundante en aquellos países.

PALISANDRE.—Obtuvo el privilegio de la moda en estos últimos años, y no sin razon, pues tiene un color bastante agradable; el fondo es de un pardo violáceo, con vetas más claras, mezcladas con otras enteramente negras, constituyendo caprichosos dibujos, parecidos á los del palo rosa. Se tornea muy bien, y únicamente presenta alguna dificultad al pulimento, á causa de los poros que tienen sus fibras.

GRANADILLO.—Es una excelente madera que se emplea mucho para instrumentos de viento. Se tornea y pulimenta muy bien, caracterizándola unas vetas oscuras sobre fondo de oliva que la hacen muy estimable.

SÁNDALO.—Hay muchas variedades de sándalo, que se distinguen por el color más ó menos rubio que le es peculiar.

El *rojo*, que se llama así por su tendencia hácia este color, es muy duro, sirve como madera tintórea, y puede utilizarse para el torneado. Procede del distrito de Calcuta (India inglesa).

El sándalo *amarillo* tiene los poros más unidos, se tornea mucho mejor y es capaz de un hermoso pulimento.

El sándalo *blanco* es muy parecido al castaño, pero más compacto y más duro; se tornea y pulimenta mucho mejor. Además, como todas las variedades de sándalo, exhala un olor especial que persiste por mucho tiempo.

LAUREL.—De un color algo más claro que el nogal, es esta una madera bastante preciosa, y como tal muy estimada en la ebanistería.

MANZANILLO.—Es muy parecida á la caoba, pero, á pesar de sus buenas cualidades físicas, contiene un jugo en extremo venenoso, que conserva durante mucho tiempo. Antes de labrarla conviene hacerla hervir en agua. Esta peligrosa circunstancia hace que no se use el manzanillo tanto como debiera, dadas sus buenas cualidades.

MADERA DE HIERRO.—Procede de América, y la hay tambien en Asia, de donde se exporta á Europa en gruesos trozos; es de un color muy semejante al del hierro enmohecido. Tiene la particularidad de ser bastante elástica, á pesar de su dureza característica y de su mucho peso específico, superior al de todas las ma-

deras que se conocen. Por ello la utilizan los indios para hacer lanzas y otras armas ofensivas, y aun labrar la tierra; en Europa se destinan para puños de paraguas y bastones, baquetas de escopetas y otras obras propias del tornero. Por fin, es madera cuyas vetas están bien derechas, y aunque poco agradable, se recomienda para objetos de mucha resistencia y duracion.

Hay otras maderas que se conocen en los mercados de Europa, y muchas más que, con excelentes condiciones para ser torneadas, apenas se tiene idea de ellas. De estas vamos á citar algunas principales que merecen ser consignadas, dejando las demás por no hacer demasiado prolijo este capítulo de la presente obra.

Maderas exóticas casi desconocidas en el comercio europeo

El *sarvoe* ó *saun* (*Mimosopskauki*, Lam.) se encuentra en Bali y en Java; esta madera se trabaja bien, á pesar de ser compacta y dura; su color es rojo vivo. Es parecido al boj, pudiéndose emplear, como este, en trabajos de torno y grabado.

La madera gris de *Pervet* (*Streblus áspera*, Lour.), que se produce en Java, depositada durante algun tiempo en aquella corriente, se petrifica, y la usan para hacer brazaletes y otros adornos.

Existen con el nombre de *tjautige* algunos arbolitos que crecen en las regiones montañosas del Centro y del Oriente de Java, que por su dureza se llaman maderas de hierro.

La *papila*, de la familia de las rutáceas, es un árbol de 30 piés de altura y 8 pulgadas de diámetro, que crece en Gorontalo. Su madera, de color pajizo, lustrosa y de una fibra compacta imitando al marfil, es fácil de trabajar, se parece al boj, y debe ser muy á propósito para torneear y para la talla. Otra madera que se la parece es el *tolotio*, que bien puede ser el *kleinhovia* de Linneo, ó mejor pertenecer al género del *Nauclea* y *Blackwellia*.

El *toulimoe*, árbol frutal de Gorontalo, es una madera venenosa, de color de paja, de fibras finas y ondulosas; está llena de nudos, y aunque algo difícil de trabajar, puede utilizarse para el torno.

Con el nombre de *doenata* (*Glochidiosi molte*, Bl.) se conoce un árbol en Gorontalo de 18 piés de altura y 8 pulgadas de diámetro, cuya madera amarillenta, compacta y hermosa, puede servir para el torno.

En el centro de la isla de Java crece otro árbol (el *glingsem*) cuya madera puede tener la misma aplicacion, si bien el color es

oscuro, lustroso y con manchas, distinguiéndose mucho por su peso y dureza.

El *doedock* (*Pemphis acidula*, Forst) es un arbolito que crece en las orillas del mar, con brillo de terciopelo, de color oscuro y de una textura hermosa y sólida; aunque tiene nudos, puede usarse para torneear.

El *kajoe fanasa*, árbol indefinido que es originario de las islas oceánicas de Arru, al Sur de Nueva Guinea, tiene una madera amarilla y lustrosa como el raso, dura y de grano fino; el *kemoening* (*Murrya paniculata*, Dec.) y el *lameb*, que se encuentran en las montañas de Preangan, en Java, producen una madera de color claro, compacta y de buen aspecto, fácil de trabajar; suele emplearse en Europa en obras de talla.

En dicha isla de Java, que poseen los holandeses, existen otras maderas especialísimas como las citadas, que omitimos en obsequio á las proporciones del presente libro, y porque realmente carecen de interés.

Para terminar, vamos á dar alguna idea de las maderas tintóreas más conocidas en el comercio, y que se vienen usando para teñir toda clase de materias.

PALO DEL BRASIL Ó DE PERNAMBUCO.—Con estos nombres se conocen varias clases de madera que por la coccion dan un tinte amarillo especial sumamente agradable; tambien se usan para hacer arcos de violin, y aun en algunos trabajos de torno. Hay otra variedad de esta clase de madera, que se llama *brasilete*, la cual es más inferior en sus condiciones tintóreas, pero muy parecido en su aspecto externo; procede de las Antillas, y no hay más medio de conocerle bien que ensayando sus cualidades tintóreas.

CAMPECHE.—Procede de América, y se exporta por la bahía de su nombre en grandes cantidades. Su color oscuro y monótono le hacen impropio para la ebanistería.

Y con esto queda terminado el estudio de las materias vegetales que pueden ser torneadas.

MATERIAS MINERALES

PIEDRAS.—Difícilmente ocurrirá á un tornero labrar este género de materiales. Siendo, por lo tanto, una profesion aparte el torneado de las piedras, que corresponde naturalmente al lapidario. Es verdad que las quicioneras de los ejes que tienen los relojes

más delicados suelen ser de piedras preciosas torneadas; pero su elaboracion pertenece al relojero, y por lo tanto, es cuestion que sólo debe ser tratada en un Manual especial de esta profesion.

Unicamente el alabastro es la piedra más fácil de tornear por los medios ordinarios y hasta con las herramientas más comunes, obteniéndose con la mayor sencillez los filetes más delicados, y hasta el mismo paso de hélice que caracteriza la labor más exigente.

El alabastro se pulimenta muy bien con una pasta hecha de partes iguales de polvos de alabastro mismo y tierra de Trípoli y agua, frotando el objeto con unos trapos. Se consigue un pulimento más fino limpiando el polvo que pueda haber quedado en el objeto despues de seco, y frotando en seguida con una mezcla de flor de azufre y *potea de estaño lavada*.

Metales

HIERRO FUNDIDO.—Todo el mundo conoce el material que lleva este nombre, habiendo muchos medios de obtenerle más ó menos endurecido, de los que no debemos ocuparnos por corresponder á otra clase de tratado.

El hierro fundido es una combinacion del hierro puro y el carbono, con silicio en muy pequeñas proporciones. Hay hierros que contienen algo de azufre que les hace más quebradizos en caliente, y otros que contienen algo de fósforo lo son en frio. Con objeto de obtener hierro duro hay un procedimiento muy sencillo, que consiste en verter la fundicion sobre moldes de hierro, y así experimenta una contraccion en la superficie del objeto que se fabrica, muy favorable para ciertos usos, pero altamente perjudicial al tornero, que romperá sus mejores herramientas antes de quitar la primera capa.

Cuanto más blanco es el color de la fundicion, más dureza tiene. De todos modos, el tornero recomendará al fundidor las circunstancias que deban tener las piezas que desee; así, si necesita tornear una pieza delicada de hierro fundido, encargará al fundidor que seque bien el molde, que use arena muy fina y que vierta el hierro muy caliente; cuando una parte de la pieza deba quedar sin tornear y dotada de una gran resistencia, como por ejemplo, la yanta de una polea para cadena, ó la de una rueda que deba actuar sobre carriles, entonces recomendará al fundidor que moldee sobre un aro de hierro, de modo que tan sólo la su-

perficie donde precisa la resistencia quede contraído el hierro, y resulte cierto temple ó acerado que se nota en ellas cuando se rompen, apreciándose un color blanco plata, con estrias desde la superficie hácia el centro, pero estrictamente en la parte de la pieza que estuvo en contacto del hierro, pues en lo demás queda como moldeada en arena. Este sistema de fundir es conocido en los talleres con el nombre de *fundicion en coquilla*, aludiendo, sin duda, á la naturaleza del molde en que se ejecuta. Por fin, cuando el hierro ha sufrido varias fusiones, se vuelve cada vez más quebradizo, haciéndose muy ingrato al torno, y conservando oquedades en su masa ó poros más ó menos grandes, que hacen desmerecer á la pieza y que estropean la herramienta del torno; es, pues, esta, otra circunstancia que debe tenerse muy en cuenta al encargar el objeto que se desea.

Fundicion maleable.—Se llama así por resultar menos quebradiza, y por lo tanto, más apta para hacer mil objetos delicados, como son escribanías, puños de baston, fosforeras, candelabros, marcos y otros herrajes finos de uso comun. El problema consiste en obtener una pieza fundida de hierro, de forma complicada, que no esté expuesta á quebrarse al menor golpe, como sucederia si fuese de fundicion ordinaria. Por ejemplo, un candelero, que por su forma natural ha de tener partes delgadas, se romperia muchas veces si, siendo de fundicion ordinaria, se cayese sobre la misma mesa en que estuviese colocado; y de hierro maleable suele sufrir golpes de más consideracion sin detrimento alguno. La manera de conseguir este hierro especial está fundada en el principio general que se emplea para quitar el carbono á la fundicion y convertirla en hierro dulce, si bien el procedimiento es bien distinto.

El hierro colado, por ejemplo, que se obtiene directamente del mineral sin más que quemarle, mezclándole con carbon, en los altos hornos, se convierte en hierro dulce quitándole el carbono que en pequeña cantidad permanece combinado con él. El sistema consiste en llevarle á un horno llamado de pudlar, donde se liquida y se agita constantemente, entre tanto que una llama bastante intensa pasa por encima y le arrebatata todo el carbono poco á poco. Al cabo de algunas horas se forman bolas, á medida que va desapareciendo el carbono de la fundicion, y despues se aplastan con martillos para quitar las impurezas y gotas de fundicion que puedan quedar; por fin, se estiran estas masas de hierro entre cilindros laminadores, dándoles las mil formas con que se presentan en el comercio. Pues bien; la fundicion maleable se ob-

tiene recociendo las piezas fundidas ordinariamente dentro de un horno y durante mucho tiempo, y así van perdiendo poco á poco, sin llegar á liquidarse nunca, el carbono, que tanto perjudica para ciertos objetos.

Por el contrario, cuando el tornero necesite ejecutar una pieza que deba ser de resistencia y elástica, recurrirá á la fundición ordinaria, y al efecto, sin ser hecha en coquilla, ni con hierro frio y de varias fusiones, pues en todos estos casos ya hemos dicho que concurren muy malas condiciones para el torno, encargará al fundidor que el material resulte blanco y de grano fino. Tal ocurre cuando se tornean los aros abiertos de los émbolos que llevan las máquinas de vapor, cuyo metal ha de resultar permanentemente elástico y de reconocida dureza, para evitar que se aflojen y desgasten dichos aros.

Finalmente, la estructura del hierro fundido es siempre granujenta, de modo que, si se parte una pieza cualquiera, el corte presenta un grano más ó menos fino.

Hierro forjado.—Se llama así por ser susceptible de forjarse en caliente bajo la accion del martillo. Esta clase de hierro apenas tiene carbono, y por lo tanto, se puede trabajar, tanto para darle la forma que se desee en caliente, como para cortarle en frio, limarle, tornearle, etc.

ACERO.—Bajo el punto de vista químico, es un compuesto de hierro, carbono y una pequeña parte de manganeso, 1 á 2 por 100. Antes del temple, el acero tiene las mismas propiedades que el hierro; pero en cuanto que se le somete á dicha operacion, cambian extraordinariamente. El hierro es dúctil y se suelda fácilmente consigo mismo; es maleable en caliente, y jamás es quebradizo en frio, aunque se le haya enfriado en agua, siempre que sea de buena calidad. Ya hemos dicho que la dureza del hierro proviene de otros cuerpos que pueda tener en combinacion, procedentes muchas veces de la ganga que tuviese en la mina; sin estas impurezas, el hierro seria tan dúctil como el estaño. El acero, por el contrario, es duro y resistente, y raya siempre al hierro, siendo su propiedad característica la de adquirir una gran dureza cuando se le calienta y enfria rápidamente. Un buen acero se rompe al primer golpe de martillo, ó simplemente dejándole caer sobre un cuerpo duro.

Desde hace algunos años sobre todo, los perfeccionamientos verificados en la fabricacion del acero le han popularizado considerablemente.

El acero se fabrica en casi todas las comarcas del globo, pero

con cualidades diferentes, segun la procedencia. Los aceros ingleses son muy uniformes, los alemanes no tanto; en Stiria se obtienen los mejores del mundo para herramientas cortantes; en Hungría existen excelentes aceros para la herrería de corte; en Westfalia magníficos aceros de forja; Suecia para aceros de caja templados; Francia tiene buenos aceros en general, pero no especialidades, y en cuanto á España, empieza ahora su fabricacion en Bilbao, y es de esperar muy buenos resultados. Cada clase de acero debe ser á propósito para el uso á que se destina; no todos los aceros sirven para todo. Se les somete á muchas manipulaciones con objeto de hacerles adquirir tal ó cual condicion: unas veces la maleabilidad, otras la propiedad de soldarse, la densidad, la fuerza, la tenacidad, el corte, el nervio, la elasticidad, la porosidad, la resistencia ó la dureza. Si bien para dar por bueno un acero no es preciso que tenga todas ó varias de estas condiciones, basta que posea la necesaria segun el uso á que se destina; así que hay muchas clases de acero que se llaman de forja, de cementacion, fundido, adamascado, etc. Algunos inventores de un nuevo sistema de fabricacion han dado sus nombres á los aceros hechos por sus procedimientos; por eso hay aceros Bessemer, Krupp, etc.

El acero se distingue del hierro con mucha facilidad; véase el procedimiento siguiente: se lima una parte pequeña en la superficie del cuerpo que se trata de reconocer; por encima se frota con ácido nítrico debilitado, y si la mancha negra carburada que deja el ácido es uniforme, será indicio de la buena cualidad del acero.

Para los instrumentos cortantes se emplea otro medio más expeditivo: se adelgaza una de las extremidades en punta, se calienta hasta el rojo oscuro ó algo más; despues se deja enfriar completamente, para volverla á calentar de igual modo, sumergiéndola repentinamente en agua fria. Si esta varilla ó punta tiene suficiente resistencia, cualquiera que sea el grano de su textura, el acero es bueno.

A este propósito diremos que es un grave error el que hace rechazar al obrero un acero por tener el grano grueso; el procedimiento que acabamos de exponer lo prueba.

Antes de terminar, conviene que digamos cuatro palabras sobre la trasformacion que sufren los hierros cuando se les somete á vibraciones muy continuadas. En este caso parece como que se altera su naturaleza, volviéndose los más fibrosos y maleables en duros y quebradizos, hasta que llega un dia en que se rompen al

menor esfuerzo, como les sucede á los ejes de los carruajes cuando están muy trabajados. Por esta causa se han proscrito casi en absoluto los puentes colgantes con cadenas y aun maromas de hierro, que un día gozaron de tanto éxito. Para corregir este inconveniente en los hierros dulces se aconseja calentarlos y forjarlos de nuevo.

COBRE.—Es el metal que sigue al hierro, tanto en importancia ante las artes, como bajo el punto de vista maleable. Se forja en frío, pero conviene recocerle de vez en cuando, sobre todo si es fundido; pero jamás debe aplicarse el martillo hasta que no esté bien frío.

PLOMO.—Este metal se emplea poco en el torno, á excepcion de los utensilios de cocina que se hacen de él. Su propiedad más notable es la fusibilidad, muy superior á la de casi todos los metales conocidos. Los compuestos de este metal con los ácidos procedentes de los alimentos ú otros son venenosos en alto grado. Lo mismo puede decirse del cobre; por esto no conviene que permanezcan mucho tiempo en vasijas de ambos metales cualquier clase de alimentos, y particularmente los de naturaleza ácida.

La plata, platino, oro y otros metales preciosos no pueden ser materiales de gran aplicacion al torno, como no fuese para algun caso muy excepcional que difícilmente se presenta, y únicamente en la profesion especial del platero es donde hay algunos objetos de estos metales, como campanillas, vasos, peanas, etc., que se suelen labrar al torno; y por lo tanto, corresponderia mejor á un Manual especial del platero ocuparse de estos metales. Sin embargo, daremos á conocer algunas propiedades principales de los mismos, siquiera sea brevemente.

PLATA.—Es el más blanco de todos los metales y susceptible de adquirir un hermoso pulimento. Ocupa el segundo lugar entre los demás metales por su maleabilidad y ductilidad, y despues del oro y el platino, es el más inalterable de todos; por lo tanto, es inoxidable en el aire seco ó húmedo, tanto en frío como en caliente. Se recuece de vez en cuando si se ha de trabajar con éxito al yunque, á la hilera ó al laminador, si bien jamás debe someterse á dichas operaciones estando caliente. En cuanto al recocido, debe hacerse con habilidad, pues si el objeto es de poco grueso, suele ser muy fácil el quemarlo, en cuyo caso se inutiliza para el fin que se le destina, no quedándole otra aplicacion que su venta al peso. Por fin, jamás se emplea puro en las artes, como no sea para soldadura ó para hacer disoluciones, hallándose, por el contrario, en todos los objetos preciosos, como monedas, vaji-

llas, joyas, etc., unido al cobre, constituyendo una aleacion. De este modo adquiere la plata la consistencia necesaria, pues siendo pura es sumamente blanda.

PLATINO.—Es un metal blanco, de aspecto más sombrío que la plata. Cuando se pulimenta, adquiere un brillo parecido al del acero bruñado. Es un metal algo más pesado que el oro, y se emplea cuando es preciso hacer un objeto perfectamente inalterable á las acciones atmosféricas y aun á los ácidos bastante enérgicos y temperaturas elevadas. Así que en la punta de los para-rayos, en la construccion de cápsulas de laboratorio, instrumentos quirúrgicos y espejos de telescopios tiene el campo principal de sus aplicaciones, dada su inalterabilidad. Su valor aproximado viene á ser la mitad del oro en igualdad de peso.

ORO.—Se encuentra muy diseminado por la naturaleza, tanto que despues del hierro es el más repartido por todo el mundo. En muchos rios subsiste bajo la forma de granos más ó menos finos y puros, mezclado con las arenas. Lo difícil es hacer económico el procedimiento puramente mecánico que determina la separacion de las arenas para obtener el codiciado metal, ó que este se encuentre en tan grandes proporciones, que su rebusca sea un fabuloso negocio, como sucedió con las arenas del rio de San Francisco de California, que arrastraban pepitas de oro del tamaño y forma de toda clase de legumbres. Careciendo de importancia este metal para la profesion del tornero, nos abstenemos de describir sus propiedades características, entre las que descuella su inalterabilidad á la accion de casi todos los ácidos.

Para terminar lo concerniente á metales, vamos á dar una lista de las combinaciones con que suelen presentarse en las diversas aplicaciones de la industria, bajo el nombre de aleaciones:

Soldadura ordinaria de plomeros.....	{ Estaño.....	67 partes.
	{ Plomo.....	33 —
Soldadura de hojalateros.....	{ Estaño.....	50 —
	{ Plomo.....	50 —
Soldadura y aleaciones de medidas para líquidos	{ Estaño.....	82 —
	{ Plomo.....	18 —
Caractéres de imprenta...	{ Plomo.....	80 —
	{ Antimonio..	20 —

Las aleaciones del cobre son conocidas con los nombres de laton, metal blanco y bronce.

Los latones y el metal blanco son más duros que el cobre y menos maleables, pero en cambio son más fáciles de estirar en el laminador y la hilera. Con el recocido adquieren más ductibili-

dad, pero son quebradizos en caliente. Hé aquí las diversas clases de laton más conocidas:

Latón ordinario.....	{	Cobre.....	65,00 partes.
		Zinc.....	35,00 —
Metal blanco.....	{	Cobre.....	50,00 —
		Zinc.....	31,00 —
		Níquel.....	19,00 —
Peltre inglés para cubiertos, teteras, etc....	{	Cobre.....	3,54 —
		Estaño.....	88,42 —
		Antimonio... ..	7,16 —
		Bismuto.....	0,88 —
Azófar ó similor.....	{	Cobre.....	80,00 —
		Zinc.....	20,00 —

El bronce es mucho más duro que las citadas aleaciones, empleándose en objetos conmemorativos, y tambien para hacer los moldes que se usan en diversas industrias de fantasía, como estampaciones, etc. Hé aquí los broncees más principales:

Bronce de campanas.....	{	Cobre.....	78 á 84 partes.
		Estaño.....	22 á 16 —
Bronce de cañones.....	{	Cobre.....	90 á 92 —
		Estaño.....	10 á 8 —
Bronce de medallas... ..	{	Cobre.....	91 á 94 —
		Estaño.....	9 á 6 —

MATERIAS ANIMALES

Hueso.—Se utilizan para el trabajo del torno los huesos más grandes de los animales de mayor alzada, como son los de las piernas y brazos del caballo y del buey. Se tornea con bastante facilidad este material, pero hay que tener cuidado durante su trabajo, porque es un cuerpo muy duro y algo áspero, á causa de las sustancias terrosas que contiene.

La operacion principal á que se debe someter el hueso es el blanqueo, tan esencial para que tenga el buen aspecto del marfil, siquiera sea aparentemente.

Un procedimiento bien sencillo consiste en cocerle durante algun tiempo en agua de salvado, con un poco de alumbre. Despues se abandonan los huesos á la intemperie durante cinco ó seis meses.

Otro medio de conseguir este objeto puede ser el hervirle en agua cargada de potasa y cal viva. Cuando llegue á adquirir una blancura suficiente y esté desprovisto de grasa, se le pone á secar á una temperatura moderada.

Cuando los objetos están labrados, se pueden blanquear del modo siguiente: Se colocan en una vasija de cristal, sobre pequeños caballetes de zinc, para que no lleguen al fondo del recipiente. Despues se llena aquella de esencia de trementina, y se expone á la accion del sol por espacio de tres ó cuatro dias, al cabo de los cuales ha desaparecido del todo la coloracion amarillenta que tenian dichos objetos, sin alterarse nada su forma. No sucede esto último si se dejan en contacto con el fondo del recipiente, porque son atacados por un líquido ácido que se extiende por él, formando una capa delgada, y que resulta de la accion eminentemente oxidante de la esencia de trementina sobre las sustancias orgánicas que contienen aun los huesos y el marfil no blanqueados. Despues se les hace hervir en agua durante una hora próximamente, y si se quiere, pueden pulimentarse en seguida con una lechada de cal.

MARFIL.—Procede de los colmillos de los elefantes, y aun de otros animales. Se diferencia de los huesos por tener menos gelatina, ó sea grasa; además es más elástico que estos, y se trabaja mejor al torno.

Hay diversas clases de marfil, de que nos vamos á ocupar sucesivamente.

Marfil africano.—Procede de elefantes de este país, y es el de mejor calidad. El diente de dicho animal alcanza en algunos individuos 2 ó 3 metros de longitud, llegando á pesar 40 ó 50 kilogramos; pero lo general es que tengan proporciones más limitadas.

Marfil de Asia.—Es inferior al del elefante natural del Africa, pero del mismo modo varían mucho en forma y proporciones los dientes de que proceden. Dichos dientes, tanto los de un país como los de otro, tienen una cavidad que empieza á la mitad próximamente de su longitud, que aun se prolonga por la parte maciza, formando un tubo muy fino, donde se supone que va el nervio dentario; una infinidad de círculos excéntricos, que se cruzan los unos con los otros, parten desde el eje del diente, de modo que su seccion presenta el aspecto del *guilloché* de las tapas de los relojes; los bordes del diente en su base son más delgados.

Los dientes más rectos y más redondos dan mejor marfil.

Marfil fósil.—En la Siberia se hallan sepultados gran número de animales antidiluvianos cuyas osamentas desentierran los naturales y las venden, constituyendo una explotacion considerable. Este marfil conserva sus propiedades primitivas á pesar de

los siglos que lleva enterrado; lo que no tiene nada de particular si se considera que recientemente se ha descubierto en las regiones polares un *mammouth* en perfecto estado de conservacion, con sus carnes frescas, á causa del hielo eterno que le envolvió durante muchísimos siglos.

Marfil del hipopótamo.—En los bosques del Africa y en las orillas de sus grandes rios vive dicho animal, constituyendo manadas más ó menos grandes. Muchos de sus dientes son de marfil, pero sobre todos, los dos que lleva en la mandíbula inferior, por su gran desarrollo, son los más estimados. Estos dientes están cubiertos por una capa de esmalte de naturaleza silíceá, que produce chispas con el eslabon.

El marfil del hipopótamo es muy superior á todos los otros; más duro, compacto y blanco, con un tono lechoso, semitrasparente, que le hace más agradable que el del elefante. Tiene una contextura entre la nácar y el marfil propiamente dicho. Se emplea mucho por los dentistas para la confeccion de dentaduras, con que imitan muy bien los dientes naturales, á causa de no conocerse en este marfil vetas ni poros de ninguna especie.

Los dientes de las focas marinas tambien dan una especie de marfil muy parecido al anterior. En tanto que el obtenido del *narval* ó *unicornio de mar* es bastante inferior.

El marfil se corta con una sierra ordinaria de dientes finos, y siempre se debe procurar el aprovechamiento del material por ser bastante caro.

Cuando el marfil está recientemente cortado, es preciso tomar con él las mismas precauciones que con la madera para su desecacion, á fin de que no se abra; por lo tanto, no debe exponérsele á grandes cambios de temperatura.

Para blanquear el marfil cuando toma el color amarillento al cabo de los años, hay muchos procedimientos, aparte del citado anteriormente para el hueso. Unos aconsejan se le haga hervir en agua con una pequeña cantidad de alumbre; otros proponen que, despues de haber frotado el objeto con jabon negro, se caliente cerca del fuego; y por fin, pretenden algunos que basta sumergirle en agua de cal muy diluida para que recobre su blancura primitiva.

Otro procedimiento consiste en someterle á la accion de los vapores de cal cuando se la *apaga*, al mismo tiempo que se la riega con una lejía de cenizas.

Algunos de estos procedimientos atacan á la naturaleza misma del marfil.

Para concluir, entre otros, por lo original, citaremos el que dispone se encierre herméticamente el objeto en un fanal de cristal apropiado á su forma, y abandonarle sencillamente á los rayos del sol, donde poco á poco va perdiendo el tono amarillo, hasta volverse blanco completamente. Y á pesar de la temperatura á que se le somete, jamás se raja ni se abre.

CUERNO.—El animal que proporciona la verdadera y mejor asta que se conoce es el buey.

Para obtener este producto, la primera operacion será separarle del hueso en que está implantado; para ello basta sumergirle en agua durante un mes; despues se sierra la punta, ó sea toda la parte maciza, y la porcion hueca se calienta hasta que se vaya abriendo fácilmente con el auxilio de unas tenacillas, y por fin, se aplana comprimiéndola entre dos planchas de hierro calentadas de antemano. Este material es de los más elásticos y resistentes á la ruptura. Sirve para una infinidad de obras de torno, labrándose por este procedimiento los objetos más delicados.

El cuerno del bisonte es de tan buenas cualidades como el del buey. El del rinoceronte es una conglobacion de pelos soldados. El asta de ciervo tiene una naturaleza más parecida al marfil, y se trabaja lo mismo que este.

Para ablandar y hacer flexible y elástico el cuerno se echa en un baño compuesto de 5 partes de glicerina por 100 partes de agua. Tambien se puede usar agua sola, que al cabo de algunos dias se pone infecta y amoniacal; en este caso es preciso, como la operacion es más larga, añadir agua de vez en cuando para reemplazar lo que se pierde por evaporacion. Despues de algunos dias de inmersion, se coloca el cuerno durante veinticuatro ó cuarenta y ocho horas en un baño compuesto de 3 partes de ácido nítrico del comercio y 2 partes de ácido piroleñoso, 12 de tanino, 5 de crémor tártaro, 9 de sulfato de zinc y 100 de agua. Pasado este tiempo, el cuerno habrá adquirido un grado de flexibilidad y de elasticidad suficiente para que pueda sustituir á las ballenas en la fabricacion de armaduras de paraguas y de otros muchos objetos.

En lugar de trabajar el cuerno, despues de habérsele aplastado ó adelgazado, se le puede someter á un tratamiento análogo sin más que ablandarle solamente; entonces se le hace sufrir una presion subsiguiente, y se tiñe de negro con un baño de campeche, madera amarilla, sulfato de hierro y ácido nítrico.

Hay otras recetas para teñir el cuerno, á saber: la concha, por ejemplo, se imita formando un cocimiento de lejía de jabon con

una parte de litargirio, 2 de cal viva y un poco de *sangre de dragon*. Despues de hervir bien todas estas sustancias, se aplica el resultado á aquellas partes del cuerno que se quieran teñir, y dejando obrar á la mixtura, se consiguen las imitaciones de la concha perfectamente. El mismo resultado se obtiene hirviendo en orines 2 partes de litargirio de oro y una parte de cal viva.

El color rojo le da una disolucion de cloruro de oro; el nitrato de plata sirve para teñir de negro, y por último, el nitrato de mercurio para dar un tono pardo.

CONCHA.—Procede esta materia del caparazon de la tortuga llamada de *Carey*, que es la más estimada de todas. Dichos caparazones llegan á pesar hasta 3 kilógramos cada uno, siendo sus propiedades características el color, formado de manchas negras y de color de oro sobre un fondo pardo más ó menos subido, que al trasluz producen un efecto en extremo agradable; la otra propiedad es la de ablandarse mucho á los cinco ó seis minutos de estar sumergida en agua hirviendo, llegando á tal extremo su plasticidad, que puede hacerse con ella lo que se quiera, ya extender ó adelgazar una placa, ó bien moldearla bajo una forma cualquiera, igualar su espesor, y, por último, soldar dos porciones distintas de este producto. Semejantes facilidades respecto á la manera de trabajar la concha, unidas á su hermoso color, constituirian por sí solas el merecido aprecio de que siempre gozó, si no añadiéramos su proverbial elasticidad y lo susceptible que es de pulimentarse bien y pronto.

Veamos el procedimiento que se puede emplear para soldar la concha. Cuando se trate de unir dos trozos de concha, es preciso fijar de antemano la extension del empalme, que deberá ser de 12 á 15 milímetros, para la superposicion de ambos pedazos. Despues se adelgazarán los extremos con una lima de grano grueso, nueva, ó por lo menos bien limpia, formando un declive, de modo que, al hacer el ajuste, figuren la continuidad de una sola pieza. Se cuidará mucho de que las juntas no se manchen con nada, y menos con grasa, no tocándolas ni aun con los dedos. Despues se introducen las dos piezas en un recipiente de agua hirviendo que esté bien limpia, hasta que se ablanden suficientemente; en seguida se retiran, y sobreponiendo los extremos dispuestos para la soldadura, se prensan entre los dedos pulgares y los indices, hasta que se enfria la concha naturalmente, ó introduciéndola en agua fria, y de este modo queda hecha la soldadura.

Puede, si se quiere, tener preparadas á la lumbre unas tenacillas de soldador, parecidas á las que usan las peinadoras para ri-

zar el pelo, pero que en esta aplicacion han de ser amplias, planas y bastante abultadas en sus bocas para que conserven el calor bastante tiempo. Estas tenacillas deberán tener la forma que expresa la figura 2.^a

Mientras que estas tenacillas se calientan, se dispone una banda de tela en dos ó tres dobleces, que abarque el ancho de la pegadura, la que se ciñe á ella dándola tres ó cuatro vueltas, y aun algunos emplean esta especie de envoltura desde antes de sumergir la concha en el agua caliente. En fin; calientes las tenacillas hasta el punto de que cogiendo con ellas un papel le pongan rubio, sin llegar á quemarle, y bien reblandecida la concha, hechas las juntas, ceñidas y envueltas como hemos dicho, se agarra la union con las tenacillas y se oprime fuertemente. La presion debe ser por igual, y sostenida bajo el mismo esfuerzo; conviene, por lo tanto, hacer uso de un tornillo ó de otro medio que haga constante esta accion.

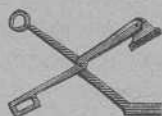


Figura 2.^a

A fin de evitar la impresion de la malla de la tela sobre la concha, se suele poner unas tablitas de haya.

Para terminar, y con el fin de dar una idea patente acerca de la facilidad con que se suelda la concha, siempre por el mismo procedimiento que hemos explicado, basta recordar los objetos que se hacen de esta materia, como son: anillos, peines con multitud de labores, cajas para rapé y otros utensilios más ó menos complicados.

Ha y otros materiales de origen animal que, teniendo gran aplicacion en las artes industriales, suelen trabajarse algo en el torno. El nácar, por ejemplo, es un material muy duro que se labra al torno con bastante dificultad, no dejándose torneear más que con buriles muy bien templados; es decir, con herramientas de buen acero que terminen en punta. Tambien se labra con la piedra de afilar, constantemente mojada, y para cortarle ha de usarse la segneta, con pelos ó sierrecitas de igual diente que para serrar metales.

Un medio de dar el último pulimento al nácar consiste en frotarle con una muñeca de trapo empapada en ácido sulfúrico, con algunas gotas de agua.

Las conchas marinas de ciertos moluscos tambien suelen dar material torneable, pero más bien deben ser objeto del lapidario, dada su dureza. Por otra parte, poca importancia tienen estos materiales en obras de consideracion, dadas sus escasas dimen-

siones. Hay países, y entre ellos se distingue la India inglesa, donde se hacen pulseras, pendientes, jaboneras, anillos, cucharas y otros objetos por el estilo con estos materiales, cuya manufactura, confiada casi del todo á Dacca, es causa de que este punto sea un distrito fabril de cierta importancia; en él se cortan las conchas en fragmentos circulares ó de otras disposiciones muy diversas, que luego se engarzan entre sí, combinándolas con lentejuelas, cuentas de vidrio de colores y otros objetos vistosos con los cuales hacen numerosos caprichos. Pero no habiendo llegado á nosotros la moda de tales incongruencias, no nos interesa semejante fabricacion.

Para terminar, la ballena es otro producto de origen animal que, tanto por lo que va escaseando, como por lo incapaz que es de tornearse, no debiéramos citar si no fuera por la aplicacion que tiene en la ebanistería, donde, merced á su gran elasticidad, se suele usar para hacer las incrustaciones de mayor complicacion que puedan presentarse; despues, gracias á su buen color negro y al excelente pulimento de que es susceptible, se obtienen los mejores resultados.

MATERIAS DIVERSAS

CELULÓIDE.—Es un producto importantísimo del cual se sirve la industria con gran predileccion, por las buenas cualidades que presenta, tanto bajo el punto de vista de su aspecto, como por la facilidad con que se puede trabajar.

La celulóide, conocida desde hace poco tiempo, tiende á generalizarse más y más cada día. Toma el nombre de la celulosa, que constituye la base de la misma bajo la forma de *piroxilina*. La celulóide, á la temperatura ordinaria, y cuando aun no se ha incorporado á la misma ninguna materia colorante, es trasparente, casi incolora y elástica, arde en seguida con una llama brillante, despidiendo un olor de alcanfor, por ser este uno de los cuerpos que entran en su composicion en cantidad considerable. Se reblandece á la temperatura de 75°, tomando una consistencia que permite moldearla. En frio se trabaja perfectamente con la sierra, lima, burlil, y sobre todo al torno.

Segun la materia colorante que se agregue á la pasta, imita la celulóide diferentes sustancias: cuando es roja imita al coral; cuando blanca, al marfil; cuando verde, á la malaquita; cuando negra, al ébano, etc.

Imita muy bien el ámbar, hasta el extremo de confundirle con el verdadero aun los mismos inteligentes.

Hasta tanto que espire el plazo de los privilegios concedidos á esta fabricacion, no se abaratará el producto, que costaba hace poco de 10 á 12 pesetas el kilógramo; pero con el tiempo, cuando los procedimientos sean del dominio público, podrá rebajarse mucho este precio.

LA EBONITA.—Segun la fórmula de Lelorrain, se emplea en este producto, que no es otra cosa que el caoutchouc endurecido, las materias siguientes:

Caoutchouc.....	8	kilógramos.
Azufre.....	4	»
Aceite de linaza.....	900	»

Para fabricarle se empieza por fundir el azufre, despues se introduce el caoutchouc para que le absorba, y en seguida se agrega el aceite. Este producto tiene aplicaciones muy parecidas al anterior, alcanzando la dureza de la madera y pulimentándose tan fácilmente como el marfil.

SEGUNDA PARTE

HERRAMIENTAS Y SU EMPLEO

Idea general del torno

El arte del tornero tiene por objeto labrar toda clase de cuerpos redondos, ó mejor dicho, de revolucion.

Se llaman cuerpos de revolucion todos los que pueden considerarse engendrados por una figura plana cualquiera que gira alrededor de un eje. De aquí que desde hacer un taladro, que es un cilindro dentro de un macizo, hasta labrar una esfera, hay infinitos trabajos que se hacen á torno, como son: varillas, balaustres, tornillos, tuercas, etc., etc. Hay más: gracias á disposiciones especiales de los tornos perfeccionados, pueden labrarse óvalos, hélices, balaustres inclinados y otra multitud de cuerpos que no son de revolucion, por más que los medios con que se ejecuten sean siempre los mismos, aunque hábilmente utilizados para obtener tales resultados, segun veremos despues.

El torno es de origen muy antiguo, y hasta hace algunos años no ha empezado á sufrir las modificaciones que poco á poco le han perfeccionado notablemente.

Y esto es tanta verdad, cuanto que en nuestros días aun se ve en antiguos talleres el *torno de pié* que, por ser el más rudimentario, es el primero que vamos á describir.

Sobre una extensa tarima A, ligeramente inclinada, se coloca el operador sentado sobre las piernas, como lo hacen los alpargateros de nuestras provincias de Levante. Colocado de este modo, se sirve de una mano para dar movimiento al torno, y con un pié y la otra, fija y guía la herramienta con que va haciendo la labor. Estudiemos el mecanismo y la manera de trabajar: á un extremo

de la tarima, que corresponde á su parte más baja, hay dos soportes *a* y *b*, fijos á ella fuertemente á caja y espiga. Estos soportes pueden ser de hierro, ó para mayor sencillez, de madera, pero siempre abiertos para levantar sus monteras, y colocar y aun cambiar la pieza que han de sostener; consiste esta en una ancha polea recta, con su filete á los costados y capaz de comprender la separacion de ambos soportes; para ajustarse en estos llevará en su eje unas angosturas que se ciñan á ellos; por un extremo se enroscará una nueva pieza llamada *mandril*, que puede ser una corta mangueta, cilíndrica y hueca, cerrada por un extremo, y con cuatro tornillos de presion colocados en su periferia. Frente al mandril hay otro soporte ó apoyo *d*, armado de una *punta* de

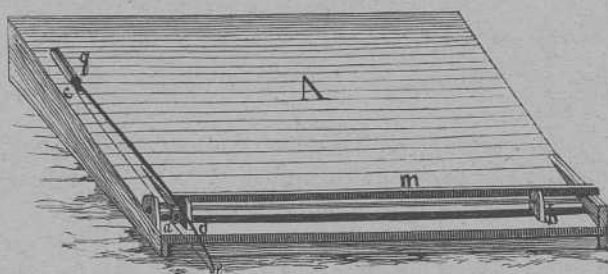


Figura 3.ª

hierro, que está colocada en la recta perpendicular al mandril que pasa por su centro, y constituye el eje de la polea que sostienen los apoyos *a* y *b*. El apoyo *d* corre á lo largo de dicha direccion, resbalando dentro de una ranura abierta en la tabla de la tarima, á la que se sujeta en el punto que se quiera por medio de un tornillo oculto debajo de ella, ó de otro modo cualquiera. Entre el mandril y la punta del apoyo *d* se fija la pieza que se quiera torneear; ahora bien, para imprimir el movimiento de rotacion al torno, se hace uso de un sencillo arco de madera ó de acero templado *e g*, con su cuerda, que, sujeta siempre al extremo *e*, se halla suelta para dar una ó dos vueltas á la polea que gira libremente entre los soportes *a* y *b*, y despues atarse con cierta tension al otro extremo *g* del arco. Es claro que, recorriendo el operario este arco con la mano derecha hácia adelante y hácia atrás, se impulsará á la polea para que gire alternativamente, es decir, unas veces en un sentido y otras al contrario; naturalmente, como la polea está acoplada al mandril y este á la pieza por medio de los tornillos, resulta que esta girará del mismo modo alrededor

del eje teórico, que, como hemos dicho, lo constituye una línea recta, partiendo de la punta del apoyo *d* hasta fijarse en el centro del mandril, ó sea la prolongacion del eje de la polea. Antes de pasar adelante, conviene hacer constar que, tanto en este torno como en todos los demás llamados de puntas, es preciso que dicho principio se verifique en absoluto. Al efecto, la ranura por donde resbala el apoyo *d* ha de ser rigurosamente paralela al eje de la polea, que teóricamente es tambien la línea que une los centros de los cojinetes de los soportes *a* y *b*. Además es indispensable que la punta del apoyo *d* esté á la misma altura que dichos centros y en la prolongacion de la recta que los une.

Por fin, á los dos costados de la tarima debe haber dos apoyos de igual altura, donde se sostiene la barra *m*, que es de seccion cuadrada de 3 centímetros de lado. Sobre esta barra, que deberá estar bien derecha, se apoya la herramienta, sujetándola con los dedos del pié, y guiándola con la mano izquierda, empuñando su mango.

Este es el torno más elemental que usan los que trabajan en madera, funcionando aun algunos que sólo se emplean para labrar piezas cortas, de poco diámetro, y sobre todo de escaso mérito, como son los palos de sillas, mangos de herramientas y otros objetos por el estilo. Con este torno de pié pueden hacerse taladros, sin más que fijar una *broca* en el mandril, centrándola bien, y con la mano izquierda se conduce la pieza que se desee agujerear, obligándola sobre dicha herramienta, al mismo tiempo que con la derecha, segun digimos, se mueve el arco *e g*. Otras veces se quita la polea que va entre los soportes, y teniendo brocas mangadas convenientemente, se sustituye aquella por la que convenga de estas, y sirviendo el mango de polea, se obtiene el mismo resultado.

El torno que sigue en importancia es el llamado de *puntas ordinario*, que aparte de ser distinto el movimiento, es igual en su esencia.

En efecto (véase la figura 4.^a); sobre un fuerte banco de madera se fijan dos largueros, que constituyen la mesa ó banco del torno; entre ellos debe haber una separacion que sirva de ranura para correr el porta-herramienta ó *soporte*, la guía ó soporte de *luneta*, y por fin, el apoyo, los que se sujetarán por debajo con tornillos y tuercas á donde convenga.

El soporte que sostiene las poleas representa una pieza fundida, cuya base se sujeta bien alineada y centrada sobre la ranura por medio de tornillos, asegurándola bien á los maderos del

banco. La polea es una série de ellas, escalonadas, de distintos diámetros, constituyendo una sola pieza que, teniendo su eje común, se apoya en ambos brazos del soporte; estos llevan sus co-

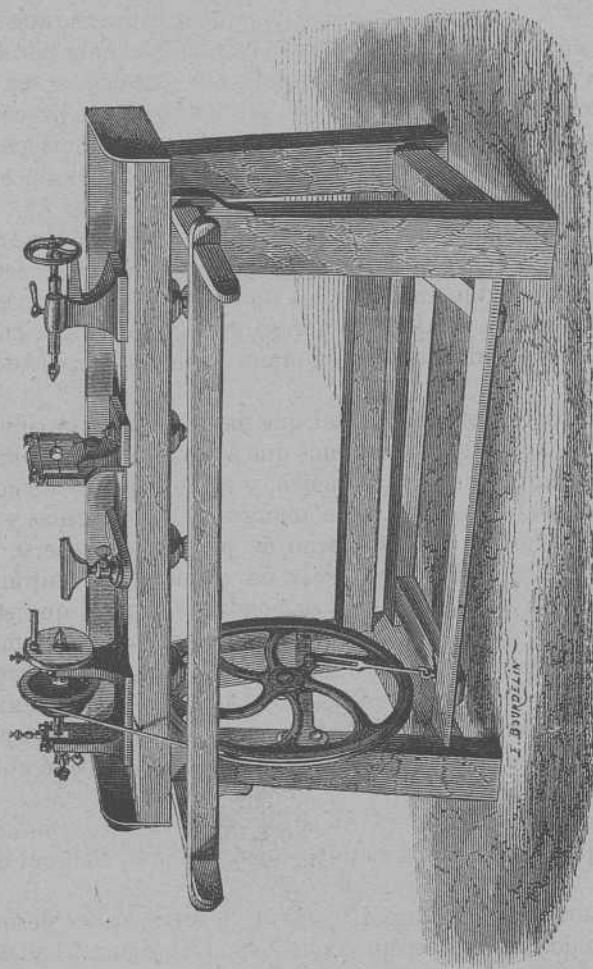


Figura 4.

jinetes de bronce divididos para que se puedan desmontar, y cogidos cada cual por sus correspondientes tapas ó sombreros, sujetos con tornillos á dichos brazos.

El soporte de luneta sirve para apoyar una pieza demasiado larga que se esté torneando; es un soporte completo que tiene sus cojinetes, su sombrero, y, compuesto de dos partes, se puede subir

ó bajar, segun pueda convenir. Se llama por algunos *luneta de cojinete*.

El apoyo, ó mejor dicho, *soporte de punta*, consiste en una pieza de hierro fundido que puede correr á lo largo de la ranura, y sujetarse, como el soporte de cabeza, en el sitio que convenga. Este soporte va armado de una pieza de hierro á manera de varilla, que constituye la punta, la cual puede avanzar ó retroceder á voluntad, por no estar íntimamente unida al soporte, y sólo atravesarle unas veces como un simple pasador, y otras por un paso de rosca sirviendo de tuerca. De cualquier modo, una vez sujeto el apoyo B por debajo de la mesa, se puede acercar ó separar independientemente de él la punta, sin más que obligar á la varilla á resbalar ó girar, para lo cual lleva un volante en el otro extremo; además, un tornillo de presion, con su manivela, que va en la parte superior del apoyo, sujeta la varilla en el momento que se quiera, y así queda fija la punta de una manera invariable.

El soporte de la herramienta tiene la forma que se expresa en la figura 4.^a, y está dotado de muchos movimientos, segun conviene al servicio á que se destina. En primer lugar, así como las otras dos piezas soportes tan sólo pueden resbalar por la ranura con un movimiento de rigurosa traslacion, segun acabamos de decir, aquí suelen girar á derecha é izquierda, y hasta dar la vuelta, haciendo la corredera cilíndrica, aunque ajustada á la ranura. Invariablemente unida á ella va el brazo que se tiende sobre la mesa; al extremo de este va una mangueta, dentro de la que se ajusta la varilla cilíndrica con que termina el verdadero apoyo de la herramienta; á fin de poder subir y bajar este, lleva la mangueta un tornillo de presion que fija la varilla en el punto que se desee. Con esta disposicion se logra poner el soporte en el sitio que se quiera, tanto respecto al banco, como á la altura en que se deba fijar la herramienta, que determinará la posicion en que sea preciso sostenerla con la mano, pues la especie de bigornia que afecta el soporte puede volver segun se desee, por ser cilíndrico su ajuste con la mangueta. La sujecion de todas estas piezas entre sí puede ser tan considerable como queramos; para ello se hará que las superficies del tornillo y tuerca, que han de agarrar ambas caras de la mesa, sean bastante amplias, que los pasos de las tuercas sean pequeños y las orejas de las tuercas grandes; todo con el objeto de que se afirmen bien las posiciones de dichos apoyos.

La banda de madera que por medio de dos largueros sobresale por delante de la mesa del torno, sirve para apoyar su

cuerpo el operario durante el trabajo, á fin de hacer más fuerza sin cansarse tanto.

Antes de estudiar los medios conocidos para dar el movimiento circular continuo que necesitan los tornos, veamos otro modo de conseguirle alternativo como en el torno de pié.

Actualmente aun se usa mucho este sistema de mover los tornos en los pequeños talleres de silleros, por lo que bien podian llevar el nombre de su principal aplicacion, llamándolos *tornos de sillero*, pues por tal le reconocen muchos, si bien su nombre más propio es el de *torno de ballesta*, dado que á la elasticidad de un arco debe su movimiento.

Supongamos que sobre la polea ó poleas del torno que, como es sabido, han de recibir el movimiento, se sujeta á mayor ó menor altura una ballesta de madera flexible ó de acero; en el primer caso se utiliza una tabla de 2 metros de larga próximamente por 8 centímetros de ancha, poco más ó menos, y de un espesor de 4 centímetros; advirtiéndose que estas dos últimas dimensiones se reducen en un cuarto, disminuyendo insensiblemente desde el centro de la tabla á los extremos. La madera puede ser del corazon

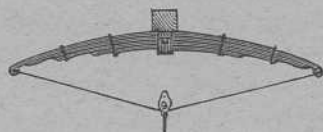


Figura 5.^a

de la noguera ó de fresno, y bien cortada al hilo. Cuando se hacen de acero, reúnen láminas de este material bien templadas, pero de modo que, disminuyendo en su longitud, formen una ballesta más gruesa en el centro que en las orillas, siendo la mayor, que ha de estar encima, de un metro 30 centímetros. La ballesta se sujeta al techo ó á una viga del taller de un modo invariable, con una abrazadera de hierro, bien acunada para que la aprisione fuertemente; los extremos de la ballesta se unen con una cuerda de tripa, por ejemplo, que es muy consistente, dejándola con una tensión sensible nada más (véase la figura 5.^a). En el centro de esta cuerda debe ir una pequeña polea de madera muy dura, cuya garganta sea bastante profunda y ancha, para que la cuerda tenga facilidad en sus movimientos y la polea resbale desembarazadamente. De esta polea cuelga un ganchito de hierro, donde se sujeta una cuerda que, despues de dar un par de vueltas á las poleas del torno (figura 4.^a), desciende por la ranura para sujetarse al pedal.

De este modo, y hallándose la cuerda con una tension apenas sensible, deberá quedar el pedal en la posicion más alta; así, cuando se le oprima con el pié, arrastrará la cuerda, forzando la ballesta, y por lo tanto, haciendo girar á la polea del torno en un sentido; despues, cuando se alivia la presion del pié, sube el pedal por la fuerza de la ballesta, y vuelve á su posicion primitiva, y de nuevo hará girar la polea, pero en sentido contrario. De esta manera, repitiendo muchas veces el movimiento del pié, se obtiene para el torno el de rotacion correspondiente, siquiera sea alternativo. Este sistema produce una labor algo imperfecta, que sólo puede tener aplicacion para los trabajos ordinarios que hemos citado anteriormente.

Antes de terminar, diremos que aun en el torno elemental que acabamos de describir son muchas las variaciones que le alteran en sus detalles. Así, por ejemplo, el banco puede ser todo ó en parte de hierro; los soportes, de madera; la punta, fija y sin movimientos de aproximacion; la ballesta, puede ser sustituida por una simple percha, ó sea la mitad de aquella, que en este caso se suele hacer de arce, mejor aun que de nogal ó fresno, y de este modo, descendiendo á detalles cada vez más nimios, podíamos continuar indefinidamente. Tantas son las modificaciones que todos los dias se vienen haciendo en esta máquina-herramienta, sobre todo en estos últimos años.

Despues, cuando estudiemos el movimiento de los tornos y las herramientas en otros capítulos, trataremos de las variantes que se han ido introduciendo en cada una de las partes que los constituyen, segun la clase de trabajo á que se destinan, ó de otro modo, entonces explicaremos los tornos especiales.

Movimiento de los tornos

Anteriormente hemos consignado una manera de dar movimiento á los tornos que no puede satisfacer de ningun modo las exigencias que en punto á precision necesitan las obras de ajuste encomendadas á este trabajo. Sin duda alguna es preciso, para el repasado del interior de un cuerpo de bomba, y para multitud de trabajos similares, un movimiento de rotacion perfectamente regular, sin alternativas, paradas ni cambios bruscos, pues cualquiera de estos casos ocasiona una señal en el torneado perceptible á la simple vista y aun al tacto. Por lo que jamás debe pararse el torno cuando se alisa una pieza de precision hasta no concluirla; esto aun cuando el torno sea de los más perfeccionados, donde,

como es sabido, no hay temor alguno de que la herramienta ni el objeto que se torneá sufran variaciones, dados los medios eficaces que se emplean en ellos para sujetarlos. Por consiguiente, conviene estudiar la cuestion de movimiento del torno con la mayor exactitud, para que se obtenga un resultado tan satisfactorio como exige la naturaleza de este trabajo, que es, entre todos los que se ejecutan en las artes, el de mayor precision. Despues de estas consideraciones necesarias, entremos en materia. Ante todo no es posible mover ningun torno directamente por la accion de la mano, pues esta nunca alcanzaria la velocidad que se necesita para el torneado de las materias de origen orgánico especialmente; es, pues, necesario valerse de una trasmision. La accion de un hombre actuando sobre un pedal ó cogido á un manubrio determina una vuelta en dos tiempos, uno de descenso y otro de elevacion; pero si mueve una rueda, y esta á su vez trasmite el movimiento á la polea del torno que va unida al mandril, es claro que pueden calcularse los diámetros de la rueda y la polea de manera que, á cada vuelta de aquella, corresponda á esta un número de ellas determinado, segun convenga.

Para lograrlo no tenemos más que hacer los radios de la rueda y polea de modo que estén en relacion inversa de sus velocidades. Por ejemplo: supongamos que se necesita determinar el radio de la polea para que dé 30 vueltas por segundo, considerando que la accion del pedal en este tiempo ocasiona 3 vueltas en la rueda; ahora bien, sea $0^m,20$ el radio de esta, en cuyo caso se planteará una proporcion diciendo: el número de vueltas que ha de dar la polea es al que en el mismo tiempo ha de dar la rueda, como el radio de esta es al que hemos de determinar para aquella, que es la verdadera incógnita del problema. En forma aritmética se expresa así:

$$\begin{aligned} 30 \text{ vueltas} : 3 \text{ vueltas} &:: 0^m,20 \text{ radio} : x \text{ radio, ó mejor} \\ 30 : 3 &:: 0^m,20 : x. \end{aligned}$$

El valor desconocido de la x que expresa el radio de la polea se calculará multiplicando los medios de esta proporcion, 3 por $0^m,20$, y dividiendo este producto por el extremo conocido 30. El producto es $0^m,60$, y el cociente, dividido por 30, será $0^m,02$, que es el radio que debe darse á la polea para que dé 30 vueltas en un segundo.

Supongamos ahora que se trata de transmitir la fuerza por medio de un manubrio, en vez de emplear el pedal. Este caso, que ocurre siempre que se trabaja para tornear piezas de gran tama-

no, es preciso resolverle de otro modo, pues no basta para ello la fuerza del pié, sobre todo si necesita el tornero esforzar su accion con la herramienta; entonces es necesario que otro hombre, accionando sobre un manubrio, le facilite el movimiento. Sean tambien 30 las vueltas que se necesiten obtener por segundo en la polea, y sea su radio el hallado en el ejemplo anterior, $0^m,02$; vamos á determinar el radio de la gran rueda que ha de moverse con el manubrio, considerando que, en este, sólo se obtiene una vuelta en dicho tiempo, en vez de tres que se conseguian antes, pues no es lo mismo accionar sobre un manubrio, por ser siempre más tardo el movimiento que con el del pedal.

El cálculo será bien sencillo, volviendo á la proporcion anterior y sustituyendo las alteraciones que han sufrido los datos; así, el primer término, que son las vueltas que debe dar la polea, permanece el mismo 30; el segundo, ó sean las 3 vueltas que da la rueda por la accion del pedal, queda reducido á la unidad; el tercer término, que nos era conocido, aquí constituye la incógnita, pues es el radio de la rueda que buscamos, y seguiremos llamándola una letra, la y por ejemplo; en fin, el cuarto término, que entonces constituia la incógnita, ahora nos es conocido, puesto que es el radio de la polea $0^m,02$. De este modo la proporcion tendrá la expresion siguiente:

$$30 : 1 :: y : 0^m,02;$$

cuyo valor de y se determinará multiplicando los extremos 30 por $0^m,02$, y dividiendo por el medio conocido 1, que da $0^m,6$ para el radio de la rueda que buscamos.

En virtud de estas soluciones, se deduce que, á medida que disminuya el radio de la polea, mayor será la velocidad del mandril ó de la pieza que se tornea. Por esto en el torno de puntas ordinario que representa la figura 4.^a, se cuentan hasta tres poleas en el soporte, escalonadas para que, enganchando la cuerda que trasmite el movimiento en una ó en otra, se puedan obtener velocidades variables, segun exija el trabajo.

Para transmitir el movimiento de la rueda á la polea se usa una correa sin fin que las enlaza, ciñéndose á una entalladura ó garganta que las circunda. En vez de correa se suele emplear con muy buen éxito una trenza ó cordon, hecho de *cuerdas de tripa ó de guitarra*, y aun suele bastar un grueso bordon de los que se usan para los contrabajos. La cuerda de cáñamo no sirve, porque se destruye en seguida. En la actualidad se emplean con muy buen resultado unas tiras de cuero grueso, como de 6 á 8 milímetros,

cortadas por cuadrado, que se empalman con un gancho de alambre que coge los dos extremos, volviendo á escuadra y ajustándose á las formas precisas de la correa; cuando se han de unir las cuerdas de tripa, se hace uso de dos casquillos de hierro que entran á tornillo en los extremos de la cuerda, los cuales tienen un gancho que los enlaza tal como se manifiesta en la figura 6.^a

En los grandes tornos donde la trasmision se hace desde un árbol que, de trasmision general, mueve todas las máquinas, se emplean poleas y correas. Las poleas, en vez de tener canaladuras en su llanta, están, por el contrario, afectadas de un ligero bombeo D (véase la figura 7.^a); circunstancia que favorece para sujetar más la correa.

Los cueros de estas correas han de ser de la mejor calidad, y los cosidos ó añadiduras que se hagan han de ejecutarse con esmero y sin hacer muchos taladros; generalmente se hace uso de clavos de cobre, llamados *redoblones*, remachados, y con sus arandelas en la cabeza y remache, para mayor seguridad; otras veces se cose á grandes puntadas con cuerda de guitarra; y por último, tambien se verifica esta union con una fuerte hebilla.

Para acoplar una polea á su eje se suele hacer cuadrangular la seccion de este, y si no es posible, se sujeta la polea al eje circular B, haciendo una caja á lo largo de este, que corresponde á otra en el ojo de aquella, por donde se introducirá una cuña α (véase el detalle que acompaña á la figura 7.^a), que consolidará la union perfectamente.

A fin de poder parar en un instante el movimiento con esta clase de trasmisiones, se dispone al lado de la polea C, fija al eje, otra D igual á ella, pero que gire libremente. En la parte superior se monta en un eje fijo K una palanca de codillo, cuyo brazo inferior termina en una horquilla que coge la correa L, segun expresa la figura 7.^a Es claro que si del otro extremo F se tira con el auxilio de una varilla en direccion de la flecha, la horquilla hará un movimiento hácia la polea D, obligando á pasar la



Figura 6.^a

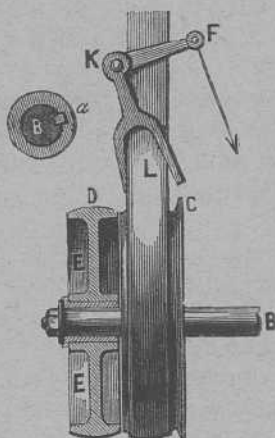


Figura 7.^a

correa sobre esta, que por ser libre se moverá sin transmitir su accion al eje, y por lo tanto, la máquina parará. Esta polea D lleva el nombre de *loca* entre los constructores. Cuanto hemos dicho sobre el cálculo de trasmisiones anteriormente es aplicado á este caso para calcular el diámetro de las poleas cuando se quieren obtener velocidades determinadas.

EL PEDAL.—De todos es conocido este sencillo aparato, que sirve para trasformar el movimiento rectilíneo alternativo que ejecuta el pié, en circular continuo que se desea obtener para la rueda ó *volante* (figura 4.^a). Para su mejor estudio conviene que hagamos notar algunas particularidades muy dignas de tenerse en cuenta en este mecanismo.

Supongamos (figura 8.^a) que sobre el pedal M se ejerce la

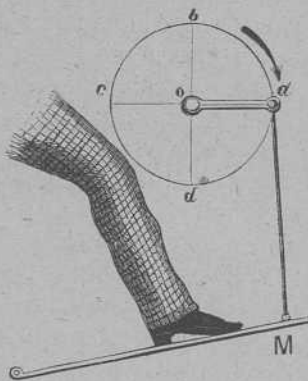


Figura 8.^a

accion del pié en el momento en que el *manubrio oa* está horizontal, siendo *o* el eje del volante (que así le llamaremos en lo sucesivo en vez de rueda) y *a* el *boton* del manubrio donde se engancha el tirante que se une al pedal. En esta posicion es en la que más favorecido se halla el pié para ejercer su fuerza, siempre que el movimiento circular del volante sea el que indica la flecha. A medida que desciende el pié, va disminuyendo el brazo de palanca del manubrio, hasta reducirse á cero cuando ocupa la posicion *od*; desde este momento es preciso que la velocidad adquirida por el volante haga que, aliviando el obrero su accion sobre el pedal, continúe la marcha hasta que el manubrio vaya remontando las posiciones sucesivas y llegue á sobrepasar el punto *c* y aun el *b*, puesto que estando el boton del manubrio en este último punto, la accion del pedal es nula; pero desde él va en aumento hasta

llegar á la posicion α , que como hemos dicho es la más favorecida.

Ahora bien; como el trabajo sobre un torno, que es el caso presente, se puede referir al de una palanca en que la potencia está entre la resistencia y el punto de apoyo, resulta que cuanto mayor sea el brazo de palanca de la potencia, más favorecida se hallará esta. Por lo tanto, conviene aumentar la longitud del manubrio oa , para que la accion del pié se aproveche mejor. En cambio, si se aumenta demasiado la distancia del boton a al eje o , la pierna tiene que esforzarse mucho para remontar la distancia de a á b , que si es excesiva puede molestar demasiado al obrero, retardando además la velocidad del volante por el mayor recorrido del manubrio que le impulsa. En conclusion, que para favorecer la potencia ó accion del operario se debe aumentar la distancia del manubrio, pero teniendo en cuenta que es á costa de su mayor molestia y de la velocidad en el movimiento. Este principio mecánico, que es general, conviene que le dejemos consignado para que el tornero pueda buscar el término medio que más pueda convenirle al determinar las dimensiones de un manubrio, que nunca deberá exceder de 15 centímetros si el operador ha de trabajar con comodidad.

Dos son los medios de ejercer la accion del pedal: uno como se expresa en la figura 4.^a, en que el volante se halla bajo la mesa del torno, y otro cuando este se instala en el techo sobre las poleas, en cuyo caso es preciso sacar un apéndice al pedal que, salvando la mesa, pueda tomar el tirante que desde el boton del manubrio baje á fijarse en él. De este modo queda más desembarazado el torno.

En cuanto á las disposiciones del pedal, son infinitas, pues las hay para ejercer la accion de ambos piés, como en un velocípedo, sirviendo para pequeños trabajos de aficionados y con su banco sujeto á la armazon del mismo. Con esta clase de transmisiones se puede obtener mayor fuerza con menos molestia; pero en cambio, debiendo estar sentado el obrero, no puede ejercer con tanta desenvoltura su accion como si estuviera de pié derecho. Sin embargo, en muchos oficios en que el trabajo del torno suele ser accidental, y sobre todo para los aficionados que les es muy molesto y hasta imposible permanecer una hora siquiera descansando sobre una sola pierna, es donde y para quienes ofrecen algunas ventajas estos tornos.

MOTORES.—Cuando el trabajo es muy delicado ó exige mucha

fuerza, entonces es preciso buscar un motor que, independientemente del operario, facilite el movimiento del torno.

El más sencillo de estos motores es una gran rueda con uno ó dos manubrios, para que sobre ellos actúe un simple bracero. Es-

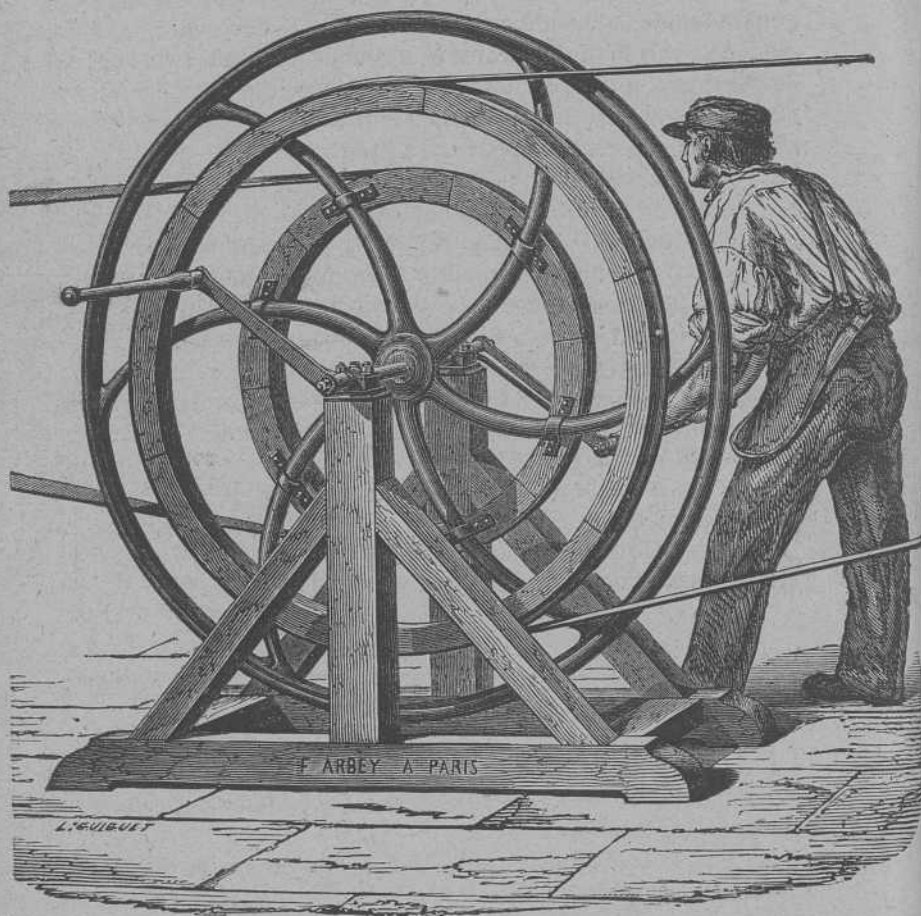


Figura 9.^a

tas ruedas pueden ser de madera, ó bien constar de un volante de fundicion, con dos ruedas de madera, bien centradas y sujetas á él. En estas ruedas se ciñen las correas que han de mover su torno respectivo (véase la figura 9.^a).

Para no confundir la figura se ha puesto un solo bracero, ac-

tuando sobre uno de los dos manubrios que tiene esta rueda. Aun se emplea mucho como medio de trabajo, pero exigiendo al brace-ro que lleve la mayor regularidad en el movimiento.

En muchos obradores de objetos delicados, como en las plate-rías y fábricas de metal blanco, donde se entalla, tornea y pule, generalmente se instala un gran volante de hierro, de 3 metros de diámetro, con sus dos manubrios, bastando un hombre en cada uno de ellos para dar fuerza á seis ú ocho tornos donde se estén traba-jando objetos pequeños, y aun en alguno de ellos podrá vencerse resistencias de mayor importancia; pero en el caso de que el tra-bajo se regularice y adquiera un desarrollo superior al que puedan alimentar dos hombres, conviene instalar un motor de vapor, de gas ó hidráulico, segun la localidad, pues entonces seria anti-económico el empleo del hombre como fuerza motriz. Por lo de-más, los *pequeños motores* que hasta hoy se han inventado con destino á estas y otras herramientas de poca fuerza (máquinas de coser, sierras y tornos pequeños, etc.), aun resultan caros, no sólo por su instalacion, sino por lo que cuesta el entretenimiento de agua, carbon, gas, electricidad, productos químicos ú otra clase de elementos con que se produce la fuerza que utilizan. Por otra parte, estos motores necesitan un largo estudio, que no puede estar comprendido en la presente obra, no olvidando, repetimos, que hasta hoy sólo sirven como *juguets*, bastante dispendiosos por cierto, para tener una verdadera aplicacion industrial.

Descripcion y empleo de los útiles y herramientas del tornero

COMPASES.—Uno de los útiles más precisos en esta profesion es el compás, que para apreciar distancias y gruesos necesita ser de formas particulares.

En primer lugar, hace falta uno de los llamados de *tornillo*, que sirve sólo para medir longitudes y fijar distancias. Este com-pás A, figura 10, está hecho de una sola pieza, como expresa el dibujo; la cabeza es un muelle de acero que tiende á separar las piernas del compás, contenidas por un tornillo merced á la tuer-ca *a*; el tornillo debe tener muy poco paso, para que las coinci-dencias se verifiquen por grados apenas sensibles. La utilidad de este instrumento está en poder conservar una misma distancia que ha de repetirse en uno ó más dias de trabajo, ya para hacer objetos exactamente iguales, ó para reproducir motivos de ador-

no á lo largo de un cilindro que se esté torneando; necesidades ambas que ocurren con frecuencia en este oficio.

El compás de gruesos C sirve para comparar gruesos por el extremo *b*, y por el otro *d* para calibrar los huecos, pues teniendo cruzadas las piernas, cuando se separan las de arriba, hacen lo mismo las de abajo, con la particularidad de que, cerrado el compás, la dimension que marca un extremo es igual al otro, y en este caso, siendo iguales las distancias del eje del compás á las extremidades de sus piernas, siempre se verificará aquella igualdad. Con este compás se pueden fijar los gruesos ó interiores de piezas que deben ajustarse exactamente.

El calibrador decimal B, no sólo sirve para marcar un calibre

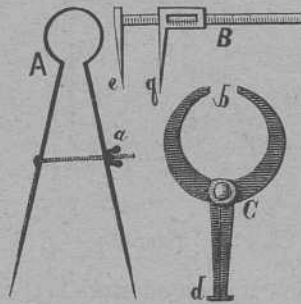


Figura 10.

ó un grueso, sino que al mismo tiempo aprecia la distancia que alcancen las puntas *e* y *g* por medio de una escala que lleva la regla del estilete *e*. Para los delicados trabajos de relojería ó de ajuste de precision, suelen llevar estas reglas un *nonius*, que sirve para apreciar con toda exactitud una parte alcuota cualquiera de la última division de la regla. Hay infinidad de calibradores de precision, de cuyo estudio nos ocuparemos á su tiempo.

Escuadra para centrar.—Es muy conveniente este útil en cualquier taller de tornero, pues sirve para determinar el centro de una seccion recta cilindrica. Este problema ocurre con frecuencia, y debe resolverse con toda la exactitud que ofrece tan sencillo instrumento. Consiste en una escuadra *A B C* de metal, perfectamente hecha, figura 11, sobre la que se suelda y ajusta un apéndice de chapa *B D A*, cuya línea *C D* es la bisectriz rigurosamente exacta del ángulo que forma la escuadra. Ahora bien; si queremos determinar el centro de una seccion circular *M*, correspondiente á una pieza torneada, á fin de poderla fijar otra vez en el

torno para ulteriores trabajos, nada más sencillo que, colocándola dentro de la escuadra, bajo el apéndice bisector, trazar un diámetro $c d$ con un lápiz, buril ú otro objeto que señale, y de este modo, cambiando la posición de la pieza, se traza otro $a b$, y en el punto en que se corten ambos diámetros, es claro que se determinará el centro que se busca.

En un taller de tornero son precisos otros útiles y herramientas que, sin ser propias del oficio, son indispensables para el trabajo de preparación de materiales, ajuste y montaje de las piezas que se ejecutan á torno; por ejemplo, hacen falta hachas, que tendrán un solo chafán cuando se deban cortar maderas blan-

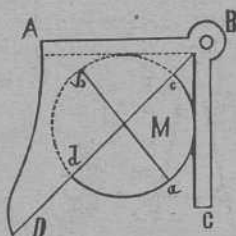


Figura 11.

das, y dos cuando se empleen en otras más duras, como el marfil y algunos materiales más compactos; son precisos algunos cortafrios para dividir el hierro, con los tases, tornillos y yunques correspondientes. También debe haber sierras y serruchos de mano, y sobre todo una *segueta* con *pelos* ó sierrecitas de repuesto para cortar metales de poca sección, como varillas y chapas.

Por fin, siendo tantas las relaciones de este oficio con todos los demás, de aquí que para montar un taller completo de tornero hacen falta las herramientas generales de la carpintería de taller y de la cerrajería, que son los dos oficios que más puntos de contacto tienen con el del tornero en todas sus infinitas aplicaciones. Así que la *azuela*, *cepillo*, *garlopa*, *guillamen*, *bramil* para señalar gruesos, escofinas y limas deben hallarse en estos obradores, como asimismo una forja volante, yunque, cautines para soldar, martillos, limas, etc., mas una piedra de afilar con su *mollejon*, piedras de esmeril para pulimentar, y otras herramientas y útiles que no citamos por no ser prolijos.

Antes de empezar el estudio de las herramientas propias del tornero, debemos aconsejar á este la adquisición de las pequeñas

máquinas-herramientas que le faciliten el ejercicio de las profesiones similares que por no serle tan conocidas, pueden entorpecer su trabajo; y por lo tanto, malograr la bondad de su obra unas veces, y siempre una buena parte de sus ganancias. Así que debe adquirir esas sierrecitas mecánicas de pié que, moviéndose alternativamente á través de un tablero, son mejores que la segueta, por cuanto que dejan las manos del operador libres para dirigir el trabajo sobre el tablero, que ofrece más estabilidad que el borde de la mesa ó la *astillera*, que fija á un banco ó tornillo, sirve para hacer obrar la segueta. Si el obrador es de alguna importancia, hay sierras circulares de tablero movable, en combinación con otras de cinta, máquinas de escoplear y berbiquís, dispuestas todas estas máquinas de mil modos, ya para locales reducidos, movidas á vapor ó á brazo, y siempre combinadas bajo una misma armadura, teniendo la ventaja de su fácil manejo, realizando una labor tan buena ó mejor que la ejecutada por el más reputado oficial de carpintero. Otro tanto podemos decir respecto á la cerrajería, en donde el progreso acerca de sus pequeñas máquinas alcanza, como en la carpintería, proporciones verdaderamente admirables. Entre otras, citaríamos el *yunque*, *sacabocados* y *tijera*, que ideado por Mr. Schnellkloth, de los Estados-Unidos, tiene por objeto reunir en poquísimo espacio los aparatos más indispensables al herrero. El yunque es como los ordinarios, pero hueco en su centro para recibir el mecanismo que por un lado mueve el sacabocados ó punzon, y por el otro la tijera. Una palanca exterior pone en movimiento á ambos aparatos. En Bélgica, donde se fabrican muy bien estas herramientas y á precios relativamente moderados, construyen los Sres. Hamet y Morian, de Lieja, un aparato especial que llaman sus autores *forja-taller*, en el que se puede calentar una barra cuadrada hasta de 8 centímetros de grueso; además comprende un tornillo, un taladro y otros útiles para ejecutar cualquier trabajo completo de cerrajería, y todo ello por un coste de 250 pesetas.

Para concluir: todo torno ha de situarse de modo que reciba la mejor luz del taller, siendo su posición más ventajosa frente á una ventana alta y amplia.

Herramientas propias del tornero

El *formon* y la *gubia* son las herramientas que, variando en sus formas, constituyen la base de todo el material cortante del tornero.

El formon puede tener el corte recto ú oblicuo, y con un chaflán, dibujo 1, ó 2, (véase la coleccion que expresa la figura 12); sirven estos para determinar los contornos y labrar las superfi-

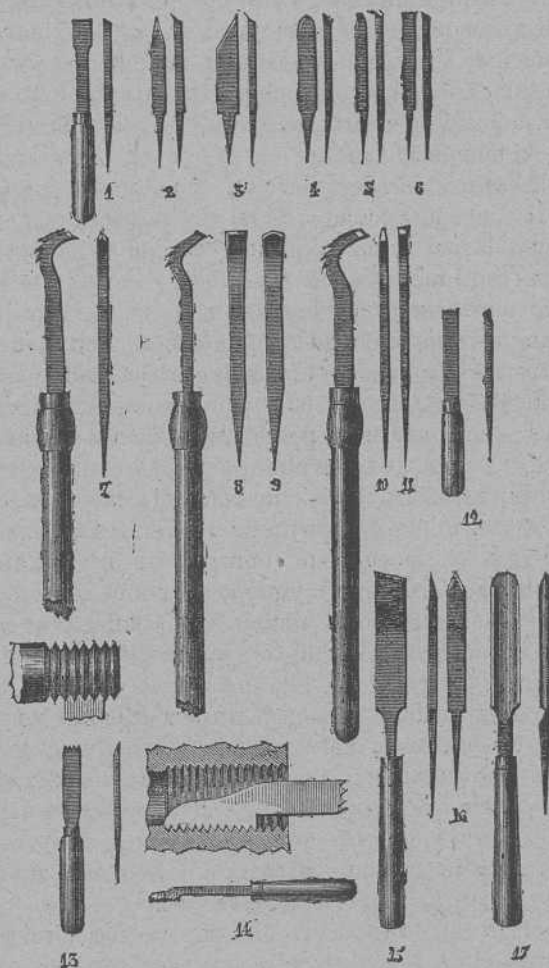


Figura 12

cies cilíndricas. Se debe tener una serie de ellos de todos anchos, y con los chaflanes de varias inclinaciones.

Los formones oblicuos, dibujo 15, tienen su origen en la circunstancia favorable de atacar la madera con inclinacion, pues se ha experimentado ser esto más ventajoso que si se la cortase rectamente. Hay torneros que aun usan, hasta con preferencia,

los formones rectos, pero en realidad deben posponerse á los anteriores.

La gubia, dibujo 17, es la herramienta desbastadora por excelencia; con ella se empieza toda obra, determinando los gruesos y accidentes principales de la pieza que se trata de ejecutar. Las hay de varias formas, y sirven para determinar toda clase de gargantas y aun huecos en los tornos de plato. En cambio es una herramienta delicada que para afilarla debe observarse el mayor cuidado, á fin de dar al corte toda la regularidad posible, sobre todo cuando se trate de terminar con ella un trabajo esmerado. Tanto en la curvatura de las gubias, como en su ancho y manera de estar afiladas, se diferencian estas herramientas unas de otras hasta el infinito.

En la introduccion ya consignamos el principio general para torneear, que consiste en hacer chafanes con tanta más inclinacion cuanto más blando es el material que se deba torneear. Así, pues, se puede hacer más abierto el ángulo de la herramienta haciendo dos chafanes como en el dibujo 16, que se llama *punta corriente*.

Se debe, pues, tener una série de herramientas, como expresan los dibujos del 1 al 6, de diferentes cortes y formas.

Formon recto, núm. 1. Formon punta corriente, de corte oblicuo, núm. 2, para señalar, cortar y dividir molduras.

El número 3 expresa un formon estrecho para hacer escotaduras profundas; es herramienta de gran resistencia si se maneja con destreza.

Los formones redondos 4 y 5 sustituyen á las gubias para trabajar materiales duros como el marfil.

Hay otra multitud de herramientas de codillos para labrar interiores de piezas, que no debemos citar, pues cada fabricante las altera en sus disposiciones, y aun los mismos torneros continuamente idean variantes para conseguir labores especiales que verdaderamente reclaman nuevas formas de hierros, con chafanes en redondo, rectos con recodos, y hasta cuchillas torcidas constituyendo especies de evolutas para torneear interiores de esferas ú otros cuerpos de revolucion en que hay que conservar una boca de poca amplitud; y por este orden se pudieran citar multitud de herramientas que ocuparian todo un tomo como el presente, sin que por ello se hubiese dicho nada nuevo ni útil para el conocimiento esencial de esta profesion.

PEINES.—Son herramientas muy importantes, por cuanto que sirven para hacer tornillos y tuercas.

Cuando estudiemos los mandriles especiales, veremos el medio de suprimir la punta y poder torneear una pieza al aire sin más sujecion que el mandril, y en dicha pieza abrir huecos y hacer tuercas.

Para labrar tornillos se emplea el *peine recto*, dibujo núm. 13 de la figura 12, que es un formon cuyo corte tiene una série de entalladuras con su inclinacion correspondiente; de modo que, aplicada la herramienta al cilindro que se torneaa, segun indica el dibujo que está encima, la boca del peine va labrando la rosca en la forma que manifiesta el grabado.

Para hacer la tuerca se emplea el *peine de costado*, dibujo 14, que tiene en su boca otra série de entalladuras exactamente iguales á las anteriores, con la misma inclinacion, aunque á un costado, para que, introducida la herramienta en el hueco de la tuerca, se pueda hacer el filete que se desea, tal como se manifiesta en el dibujo, en que se expresa la boca del peine colocado encima de la herramienta actuando en el interior de la tuerca.

Estas herramientas están siempre apareadas, pues es natural que á cada peine recto, para hacer un tornillo de un filete determinado, corresponda otro de costado que sirva para construir su tuerca respectiva.

Preparacion de las herramientas

Ante todo, un buen tornero debe saber afilar sus herramientas perfectamente, si ha de ejecutar una labor esmerada. Además, el ejercicio del afilador proporciona pulso y cierta habilidad muy recomendable al tornero; así, pues, son dos trabajos que se complementan, por decirlo así. Estudiemos primero qué piedras convienen más para afilar, y los medios de disponerlas á fin de obtener los mejores resultados.

La piedra debe ser especial, de naturaleza silícea y de un grano fino y homogéneo, sin grietas ni manchas; más bien convienen las blandas que las duras. En España hay muchas canteras de donde se extraen, pero no todas las que salen de una misma cantera son buenas, pues como estas piedras están influidas por accidentes geológicos que pudieron llevar su accion de distinto modo sobre la misma roca, de aquí que se corten trozos que difieren mucho unos de otros. Y no insistimos más sobre esto, porque no hay reglas fijas para conocer bien la calidad de las piedras; á personas muy experimentadas les suceden desengaños que justifican esta verdad.

Se construyen tambien piedras artificiales, hechas de polvo de esmeril amasado con un cemento, en el cual entra un principio resinoso que da gran consistencia al conjunto, á fin de que no salten partículas de la piedra durante el afilado; pero este sistema no puede competir con las piedras naturales, en las que concurre la inmensa ventaja de que, trabajando con agua, esta refresca la herramienta para que no se destemple con el calor extraordinario que desarrolla el frotamiento. Sin embargo, las piedras de esmeril tienen una gran importancia para desbastar los materiales más duros, como el hierro fundido, por ejemplo. Dotadas de una gran velocidad, se oprime contra ellas la fundicion más ágría y aun el acero mejor templado, y echando chispas se desgasta en seguida, economizando buriles y limas, si bien destemplando el acero por el mucho calor que desarrolla. En todo taller de ajuste bien montado deben instalarse estas piedras.

En fin; volviendo á las piedras naturales, se elije la muela, que deberá tener de 30 á 40 centímetros de diámetro por lo menos, y de un ancho de 6 á 8 centímetros; despues se determinará su centro con el compás, y valiéndose de un procedimiento geométrico. Para abrir el agujero central se hará uso de una lima vieja, la que se afilará con dos chaffanes alternados, en una disposicion parecida á la que se da á las brocas de taladrar, segun veremos más adelante; esta lima se sujeta en un fuerte tornillo, y puesta la piedra encima, se hace girar con las manos, bastando su propio peso para determinar el agujero que se desea.

Despues se forja el eje, que ha de ser de hierro, de forma cuadrada, que tenga de lado el diámetro del taladro hecho en la piedra. Al torno se hacen los gorriones, y en seguida se acoda uno de los extremos, á fin de formar el manubrio en figura de C, que es la adoptada más generalmente, con su boton para enganchar el tirante que hace de biela, y que va unido al pedal. Para montar el eje se escuadra antes el agujero de la muela, y se introduce aquel, procurando que quede perpendicular á las caras de la piedra, poniendo al efecto cuñas en los sitios convenientes hasta que la union quede bien consolidada. El mejor medio de verificar esta union es á torno, para ver si queda bien centrada; al efecto se la lleva al mollejon ó armadura en que se ha de montar, haciendo antes que por medio de cuñas queden los apoyos en línea horizontal; y dando vueltas á la piedra, pronto se notará si está descentrada ó fuera de nivel, valiéndose al efecto de un yeso que, sujetándose invariablemente sobre el borde del mollejon con la mano, y aproximándole á la piedra, se verificará

una señal que será continua si la piedra está bien montada, y con interrupciones si se halla fuera de nivel. En este último caso se corregirá el defecto acoplando las cuñas de diferentes maneras, hasta conseguir que quede bien centrado el eje. Conviene elegir el sitio donde se coloque el mollejon, de modo que tenga buena luz y que el piso no sufra alteraciones con la humedad, en cuyo caso se fijará definitivamente antes de situar la posición del eje de la piedra, según acabamos de explicar. Todas estas operaciones deben ejecutarse con calma y sin precipitaciones, pues un golpe mal dado puede hacer añicos la piedra y perderse su valor, que no suele ser pequeño, y el tiempo.

Los cojinetes deben ser de bronce, y llevarán sus sombreros dispuestos de modo que los cubran con exceso, para impedir que llegue á ellos el barro que se forma al tiempo de afilar, y que pudiera estropearlos. El cajón en que ha de ir la piedra suele ser de madera forrada de plomo, mejor que de zinc, y todavía conviene que sea de hierro fundido, que será algunas veces más barato y duradero. De todos modos, tendrán un agujero en su parte baja para desocuparlo cuando sea preciso mudar el agua, y además se fijará una tabla sobre este cajón hacia el sitio donde vuelva la piedra, para que reciba el agua y no salpique durante su movimiento.

Para alisar la superficie se humedecerá bien la piedra dándola vueltas moderadamente, y después se ceñirá un hierro viejo de lima ó de un cepillo, moviéndola con rapidez, pero quitándola el agua.

Dos son los medios de mover estas piedras: uno con pedal simplemente, y otro con una transmisión, cuyas poleas, bien calculadas, ocasionen la debida velocidad. Se ha comprobado, por experiencias repetidas, que cuanto mayor es la velocidad de la piedra se afila mejor y más pronto; por eso en todos los talleres de afilador se dispone la transmisión con un gran volante movido á brazo, y en los demás que tienen motor, siempre se saca una transmisión bien dispuesta desde el eje principal para mover rápidamente la piedra.

Después de afilar la herramienta en el mollejon, quedan en los chafanes ciertas estrias ó surcos hechos por el grano de la piedra, que siempre conviene quitar, á fin de que los cortes resulten limpios. Para ello se emplea una piedra especial, de grano muy fino, que se debe tener en todo taller.

Estas piedras son pequeñas, de 1 á 2 decímetros en cuadro por 4 centímetros de espesor, poco más ó menos, y generalmente se

empotran en un trozo de madera, para que no se rompan si se caen ó reciban un golpe cualquiera, pues son muy quebradizas. Se impregnan de aceite poco á poco, y en ellas se repasan los chaflandes; operacion que se llama *sentar el filo*.

Estas piedras, que se llaman *cándidas*, son de muchas clases y las hay en casi todos los países. Son difíciles de conocer, y realmente no hay reglas fijas para determinar su bondad. El defecto más grave que pueden tener es su falta de homogeneidad, es decir, que resulten con vetas y puntos de mayor resistencia; este inconveniente se suele notar por las diferencias de color antes de estar empapadas en aceite. Las hay de varios colores, pero las más recomendadas son las de Turquía, que tienen un color gris claro especial. Las hay tambien en España de unos tonos verdosos y aun pardos, de inmejorables condiciones. Lo mejor será experimentarlas con una herramienta pequeña, un buril, por ejemplo, y si se nota que la piedra desgasta rápidamente un buen acero, y si tambien produce en seguida una pasta ó barro de la misma piedra y el aceite, son indicios favorables de su bondad. De vez en cuando ambas piedras de afilar deben repasarse para corregir los surcos hechos inevitablemente al afilar las herramientas pequeñas sobre todo; en las primeras ya conocemos el procedimiento para alisarlas, y en cuanto á las segundas, se allanarán frotándolas sobre una piedra plana cualquiera.

Además, en todo taller de tornero debe haber una série de piedras para afilar á mano, con canaladuras diferentes para determinar los chaflandes de algunas herramientas con curvaturas especiales, como son las gubias, hierros para correr molduras, y en fin, toda clase de herramientas con variadas curvaturas, que tanto se usan en esta profesion.

Expongamos algunas consideraciones sobre la manera de afilar las herramientas. Cuando se trata de un hacha ó hierro demasiado grueso, puede empezarse por desbastar con un raedor (que es una lima de triángulo, afilada con sus tres aristas bien cortantes), y si no se quiere hacer esto, se la lleva desde luego al mollejon, donde se afila, cuidando de fijar con seguridad la herramienta, á fin de no obtener facetas, que producen muy mal efecto, y si sólo una superficie continua. La herramienta debe ser conducida con las dos manos, pero con suavidad, pues aunque se les ve á los maestros en este ejercicio conducir la herramienta con una mano y con las yemas de los dedos de la otra sostenerla junto al corte sobre la piedra, no lo hacen para oprimirla sobre ella, sino para equilibrarla en sus vibraciones y evitar que se estro-

pee el corte cuando está próximo á terminarse. Esta consideracion es preciso no olvidarla si se quiere afilar bien. Conviene mucho presentar la herramienta con el corte en direccion trasversal respecto al movimiento de la piedra, y de este modo, observando además la mayor inmovilidad de las manos y sin alterar la inclinacion, se consigue un chaflán ligeramente cóncavo, que tanto favorece á la accion cortante de la herramienta.

Cuando sólo haya de tener un chaflán, jamás se debe afilar el otro plano de la herramienta.

Para afilar gubias, ó sea para determinar chaflanes curvos, se debe imprimir á la herramienta un movimiento de rotacion sobre la piedra mientras se afila.

Despues se sienta el filo en la piedra cándida poniendo unas gotas de aceite, y haciendo girar la herramienta en círculos excéntricos mayores y menores, hasta que pierdan esas estrias ó rayas que dejan las piedras de asperon. En el afilado de herramientas curvas se usan las piedras especiales de que nos ocupamos anteriormente, ejecutando la operacion á mano y mojando continuamente la piedra en un bote lleno de agua, que sirve para tener la coleccion de piedras de afilar. Estas piedras deben ser de 3 á 4 centímetros de anchas por 2 de gruesas, variando en más ó menos estas dimensiones segun el diámetro de las gubias á que se destinan; por eso debe tenerse una coleccion completa de piedras de todos tamaños.

Las herramientas para torneear metales, que se caracterizan por tener el ángulo cortante más abierto, se afilan colocándolas sobre la piedra en direccion contraria á las otras, es decir, con el corte de frente á la marcha de la piedra, y para mayor comodidad, seria mejor dar á esta un movimiento inverso, sin variar la posicion de la herramienta, tal como digimos anteriormente.

Hay todavía otros instrumentos destinados á conservar el corte agudo de una herramienta, y hasta su pulimento característico. En primer lugar, citaremos las muelas de madera, cubiertas con una capa de esmeril en polvo, que se fija dando una mano de goma laca espesa de 3 á 4 milímetros, en las que, para determinar la adherencia de la goma laca y alisarla, se aplica un hierro caliente. Otras veces se pega una banda de cuero con cola negra y encima se fija el polvo de esmeril con una mano de la misma cola. Hay ruedas artificiales verdaderas piedras de esmeril, hechas á fuego; las más sencillas se preparan mezclando arcilla con polvo de esmeril, lo mismo que si se hiciesen ladrillos, y prensando la masa en la misma forma que deba tener, para, despues de bien

seca, llevarla al horno, donde adquiere una dureza extraordinaria. Tambien se preparan papeles de esmeril echando con un cedazo polvo de esta materia sobre papeles recién encolados. Por último, la pasta de esmeril no es sino cera, que en caliente se mezcla con el polvo de esmeril más ó menos fino, añadiéndose algo de sebo segun se quiera dar á esta pasta más facilidad para extenderse sobre la correa en que se ha de sentar el filo de la herramienta.

Ahora bien; segun sea más ó menos fino el polvo de esmeril que se utilice en estas preparaciones, así se obtendrán los resultados, desde el pulimento más delicado, hasta conseguir un medio de afilar tan rápido y perfecto como si se hiciese con la mejor piedra cándida. Las ruedas de madera preparadas con esmeril, y las hechas con este ingrediente al horno, se montan en un eje, como las piedras de afilar, dándolas un movimiento muy rápido para que ejecuten mejor labor; en cuanto á sus dimensiones, deben ser las ordinarias de cualquier piedra de afilar, y su manejo tan sencillo como el de estas, si bien sólo una larga práctica puede facilitar para unas y otras cierto tacto y habilidad que no puede enseñarse con razones ni teorías.

Nos hemos detenido algo en esta parte del presente libro, por el verdadero interés que para un tornero tiene la preparacion de sus herramientas.

Principios generales sobre el arte del tornero y empleo de las herramientas

Nada más fácil de explicar que la teoría referente al trabajo del tornero, y, sin embargo, es difícil adquirir la práctica debida para lograr algun resultado. Las reglas generales que vamos á exponer bastan para abarcar todo el conocimiento sobre esta profesion, pero es preciso, repetimos, un ejercicio largo y meditado del torno, cuyo camino vamos tambien á indicar, para que los principiantes sepan la marcha que han de seguir, si desean alcanzar el título de maestros.

Los que se impresionan demasiado ante la precision en el ajuste de una pieza bien torneada, creen que su ejecucion es de lo más difícil que se conoce, y realmente no es así. Basta poseer algunos principios de geometria, ser hombre de conciencia en el trabajo y algun tanto aplicado, para que, sin más, logre cualquiera esas maravillas en los ajustes, y esos aspectos exteriores tan preciosos que afectan siempre los materiales labrados á torno. Los tornos

cilíndricos sobre todo, en que la herramienta se fija invariablemente al carro, no es preciso más que saberla preparar, y cuidando, con el compás en la mano, de guardar las distancias, es fácil conseguir los mejores resultados. En un taller general de construcción de máquinas, si bien el torno parece la labor más importante, porque en el trabajo moderno es la que interviene y remata casi todas las obras, no es, sin embargo, la más difícil de ejecutar. El primer operario de un taller es el modelista, y el oficio más difícil de los que allí se ejercen, el del forjador. Lo que hay es que, ni lucen tanto, ni en España están á la altura que sería de desear, por la falta de instrucción de que se sienten los obreros para abarcar la suma de conocimientos que necesita un buen modelista; y en cuanto á un buen forjador, es preciso que concurren para dominar este difícil arte, no sólo cierto grado de instrucción, preciso á todos los oficios, sino que además es necesario que el operario posea ese *don divino* del trabajo, y sepa apreciar multitud de circunstancias que concurren en la forja, que no están sujetas á reglas fijas ni mucho menos. Hechas estas consideraciones, pasemos á estudiar los principios generales en que descansa el arte del tornero. Para tornear madera, que es el material más blando, ya hemos dicho que se emplean gubias y formones con los chaflanes muy inclinados, formando á lo más un ángulo de 30 grados. Supongamos que la pieza está puesta en el torno, ya desbastada con la azuela, bien sujeta al mandril por un extremo y apoyada en la punta por el otro; hecho esto, veamos el modo de tornear un simple cilindro para hacer un mango de herramienta, que es la pieza más sencilla, y por lo tanto, la primera que debe hacer un aficionado. De este modo inaugurará su aprendizaje con provecho, pues para mangan sus propias herramientas, bien podrán servir estos primeros ensayos. Colocada la pieza según hemos dicho, se fija el soporte en que se sujeta la herramienta, lo más próximo que se pueda de aquella, pero sin llegar á tocarla, y haciendo uso del medio que tenga de elevación, se situará un poco más alta que el centro del cilindro que se va á tornear. Estas dos condiciones se satisfarán fácilmente en virtud de los dobles movimientos que tienen estos porta-herramientas ó soportes, aun en los tornos más elementales. Hecho esto, se toma una gubia de las más aplanadas con la mano derecha, empuñando bien su mango, y con la izquierda se coge el hierro y se afianza sobre el soporte, atacando la madera casi tangentemente y sin tratar de adelantar el hierro mucho, sino, por el contrario, arrancar tan sólo las partes más salientes poco á poco, hasta conseguir una banda cilín-

drica á cada extremo del trozo de madera que vamos á tornear, lo más someras posible, ó lo que es lo mismo, habiendo quitado la menor cantidad de material para conseguirlas. Al hacer estos extremos cilíndricos, se dará cuenta el operador de lo bien centrada que esté la pieza, y podrá situarla mejor si ve que se ha de desperdiciar mucho material; en seguida continuará haciendo bandas á todo lo largo del cilindro, á igual distancia unas de otras próximamente, aunque sí deberán ser del mismo diámetro todas, y para ello se valdrá de un compás de gruesos, á fin de dejarlas con esta misma dimension. Durante el trabajo debe accionarse con el mayor desembarazo, sin agarrotar la herramienta, y procurando tomar los tiempos del pedal con los de la mano, de modo que las resistencias no vayan encontradas, sino á la par; así, cuando se oprime con el pié, que es el momento en que está favorecida esta accion, entonces se aprovecha el instante para acercar la herramienta con mayor energia; y, por el contrario, cuando se alivia el pié, determinándose el movimiento ascensional, que es un período de debilidad en el motor, entonces hay que retraer la herramienta, evitando toda resistencia excesiva. Naturalmente, sólo con la práctica se facilita este ejercicio de compensaciones, sobre el que no insistimos, si bien recomendamos su observacion á todo principiante. Debe además acostumbrarse á cambiar de manos en la manera de coger la herramienta, pues en esta profesion se presentan por necesidad mil ocasiones en que la herramienta debe situarse en posiciones hasta violentas, y por lo tanto, es preciso adquirir mucha práctica en estas evoluciones desde un principio.

Con la misma gubia se pueden rebajar las porciones de material sobrante que queda entre las bandas ya torneadas, procediendo con cautela para no profundizar demasiado y hacer canaladuras que dificilmente se pueden disimular despues con el formon. Tampoco se debe pasar con la herramienta ceñida de una banda á la inmediata, á fin de rebajar de una vez todo el material intermedio, pues es casi seguro que se formarian repelos, y aun se saltarian astillas que, como en el caso anterior, no se harian desaparecer con el formon; es preciso para tornear la madera acometer de frente con la herramienta y poco á poco, tanto más cuanto que la gubia tiene el corte en una disposicion que no es hecha para cortar de costado, dejando todas las labores en este sentido para los hierros dispuestos al efecto. Terminado el cilindro que ha de constituir el futuro mango con la gubia, se toma el formon bien plano y ancho, con un filo derecho, limpio é inclinado, segun sabemos, y sujetándole en el soporte, se lleva sobre

la pieza con el mayor cuidado; y aquí está la verdadera dificultad del trabajo, si se quiere obtener un cilindro liso y terso, dispuesto á ser pulimentado sin más preparaciones; algunos principiantes, que aun no tienen firmeza en la mano, ladean la herramienta y producen especies de arañosos difíciles de corregir; otros, por agarrotar el formon, se les va la mano y abren anchas bandas helizoidales, que para disimularlas han de ir rebajando la pieza poco á poco, hasta reducirla á un límite que no suele aprovechar despues; por último, los más expertos que, aunque saben contener la herramienta, no tienen habilidad para evitar sus oscilaciones, han de recurrir al papel de lija para disminuir en parte las impresiones que produce su escasa habilidad, y que, dicho sea de paso, es lo más deshonoroso que puede sucederle á un tornero ¡no bastarle un buen formon para conseguir una superficie, desbastada por la gubia de antemano, sin defecto alguno! Pero esta destreza no puede alcanzarse más que con la práctica, debiendo ensayarse el que quiera poseer esta profesion, en hacer cilindros cortos para la aplicacion referida, hasta lograr unos mangos hechos con alguna perfeccion. Como en la gubia, repetimos que debe acostumbrarse el operador al cambio de manos en la manera de llevar la herramienta, y sin distraerse un punto, y ayudado de su buen deseo, un aficionado consigue, al terminar la coleccion de los mangos necesarios á su pequeño herramental, la práctica necesaria para aventurarse á labrar otras piezas más importantes y difíciles, pero que recompensan bien pronto tantos afanes, dado ese irresistible atractivo que llevan en sí todas las obras de torno.

Continuemos con la confeccion de los mangos de herramientas, ejemplo que nos hemos propuesto y que debemos terminar hasta el fin. Hecho el cilindro, es preciso ante todo terminar uno de los extremos por un plano perpendicular á su eje, y por el otro en redondo; la primera operacion la consiguen unos con el ángulo del formon, ó tambien con el formon de dos chaflanes, llamado *punta corriente*. Otros, tomando un formon de aplanar, principian por labrar un círculo poco profundo con el ángulo superior de esta herramienta, y despues, volviéndola, hacen un chaflán que, partiendo de la extremidad del cilindro, venga á morir en este círculo; y así se continúa profundizando hasta lograr que quede la seccion bien plana y perpendicular al eje del cilindro. Antes de labrar el otro extremo se procede á poner la *virola* que en este lado ha de ceñir el mango para que le dé la consistencia debida.

Manera de hacer una virola de metal.—Como quiera que al tor-

nero puede ocurrirle la preparacion de virolas para muchas obras que debe saber hacer en su totalidad, no hemos dudado en hacer capítulo aparte de tan importante asunto.

Cuando el material de que se ha de hacer la virola sea el hierro, el acero ó el platino, nada más fácil que forjar estos materiales para conseguir la virola ó anillo que se pretende; pero con los otros metales propiamente dichos no puede seguirse el mismo procedimiento. Así que, para el oro, la plata, cobre, laton ó metal blanco no hay más remedio que acudir á otro medio, que es igual para todos: se toma chapa del metal que se quiera, y se cortan tiras del ancho deseado, con una longitud de tres veces el diámetro, poco más, que haya de tener la virola, y en la bigornia, golpeando con un mazo de madera, se va volviendo el anillo, hasta dejarle bien redondo y ceñido, de modo que la junta quede perfectamente hecha para proceder á su soldadura.

De varios modos se puede soldar: al estaño, que es el más sencillo, se empieza por limar bien ambas caras de la junta, y por dentro los dos extremos de la chapa que se han de unir, cuidando de que las limas no tengan grasa ni partículas de madera; se tiene preparada *agua de soldar*, que se hace poniendo *ácido clorhídrico*, ó sea *espíritu de sal*, en una vasija de porcelana ó cristal, con recortaduras de zinc, hasta que pare la ebullicion espontánea que resulta; despues se separa el líquido, y queda hecha el agua que se desea. El estaño se prepara machacando el extremo de una barra de esta clase de soldadura, hasta dejarla delgada como de un milímetro de grueso; se limpia con un raedor de acero, herramienta que ya hemos citado anteriormente, y con unas tijeras se cortan pedacitos del tamaño de medias lentejas. En seguida se toma con una pluma agua de soldar, y se pasa por el interior de la virola y sobre la junta nada más, dejando bien extendidas como tres ó cuatro gotas; se rodea un alambre quemado á la virola, retorciendo los extremos y dejándola bien sujeta; con la misma pluma se toman dos pedacitos ó tres de estaño, y se dejan interiormente en la junta, é inmediatamente se pone todo bajo la accion de una lámpara de espíritu de vino, pero poco á poco, á fin de que no sobrevenga una ebullicion tumultuosa y lance hácia afuera los pedazos de la soldadura; cuando esta se esté fundiendo, se separa de la lámpara y se deja caer con la pluma una gota de agua de soldar, y volviendo la virola á la llama durante un momento para que corra bien la soldadura, queda hecha esta sin más que dejarla enfriar sobre una piedra ó metal. Para sostener la virola durante todas estas operaciones se

emplean unas tenacillas, ó se coge de los extremos del alambre con que se sujeta, para lo cual se les deja bastante largos, como de un decímetro próximamente. Esta soldadura, aunque fácil de hacer, es muy poco permanente por la naturaleza misma de la aleacion que la verifica.

Cuando se desea una soldadura fuerte que equivalga á la misma continuidad del metal que se trata de unir, se procede del modo siguiente: la soldadura puede ser una aleacion de plata con una pequeña parte de cobre, ó mejor de un laton cualquiera, ó si no, tambien se vende una *soldadura fuerte*, compuesta de cobre y zinc, que produce los mejores resultados. En cuanto al fundente, nada mejor que el *borato de sosa*, que vulgarmente es una sal conocida en el comercio con el nombre de *bórax*; se toma un grano de ella, del tamaño de una avellana ó nuez, y sobre una piedra ó cristal raspado se frota con agua durante algun tiempo, hasta formar una lechada blanquecina algo espesa. Hecho esto, se limpia con el raedor la chapita de soldadura de plata ó laton, y se corta en pequeños pedacitos; del mismo modo se limpian las juntas de la virola con una lima, y con las precauciones que consignamos anteriormente, se ata con un alambre, de modo que quede bien sujeta; en seguida se extiende con una pluma la disolucion de bórax, añadiendo unos pedacitos de la soldadura que se adopte, interiormente, á lo largo de la junta; y si se emplea *soldadura fuerte*, que debe tenerse en un frasco de cristal con tapon esmerilado, se sigue el mismo procedimiento, y en seguida se lleva la virola á la fragua ó á la accion del soplete de una lámpara de plateros, que llaman estos *candilon*, y entre carbones, lanzando la llama alrededor de la virola, se va concentrando el calor hasta que se hiera en el mismo sitio, pero con cuidado, no sea que se recuezca la virola ó se funda, inutilizándose por completo; es preciso que se tenga alguna experiencia para evitar este contratiempo, pues hay poca diferencia entre la temperatura de fusion de las soldaduras y de los metales de que se hacen las virolas. Cuando se suelda á la forja hay que tener mucho más cuidado con el fuelle, á fin de parar en cuanto que se corra la soldadura, pues aqui hay más peligro por la mayor potencia del fuelle respecto del soplete. Si la soldadura no corriese bien, se separa la virola del fuego, se pone en la junta más bórax, y se vuelve á dar calor, siempre poco á poco, hasta que, llegando al máximo que se crea necesario, se verá correr la soldadura. Cuando, á pesar de todo esto, no se verifica la soldadura, es indicio seguro de que no se limpiaron bien las partes destinadas á soldarse.

Verificada la soldadura, se sumerge la virola en un recipiente de porcelana ó vidrio que contenga agua con unas gotas de ácido sulfúrico (*aceite de vitriolo*), y pasados algunos minutos, se saca, se enjuaga en agua clara y se seca con un paño, quedando perfectamente limpia y con esa nitidez del metal nativo.

Labradas las virolas, veamos el medio de colocarlas en su sitio: en primer lugar, se toma con un compás el ancho de la virola, y se lleva al extremo que se torneó por plano, segun digimos, donde se hace una señal circular del sitio que deba comprender aquella, y, con el filo del formon se labra una hendidura cuya profundidad sea bastante para ocultar el grueso del metal; en seguida se torneá dicha parte, á fin de ajustar la virola, procurando que esta espiga quede más ancha por el extremo que hácia la entalladura circular, pero nunca de menor diámetro que el interior de la virola, donde siempre debe entrar forzada. Se quita el mango del torno, y colocando la virola en su sitio, se abisela ligeramente con un buril en el interior, hácia la parte por donde se vaya á introducir la espiga, que por tener mayor diámetro encontraría más dificultad al entrar; por fin, á mazo se coloca la virola, y se vuelve á fijar el mango en el torno como cuando se torneó de primera intencion. En seguida se repasa el ajuste de la virola con el mango para que ambas partes constituyan un todo sin asperezas ni resaltos, y además se abisela ligeramente su extremidad para que el borde vivo del metal no hiera las manos del obrero.

El otro extremo del mango, que debe terminar en redondo, se torneá más fácilmente que el cuerpo cilíndrico del mismo, desbastando primeramente con la gubia, y despues, con un formon de buen filo, se labra en redondo, pecando más bien por hacer un contorno achatado que puntiagudo. Para sacar algun brillo al mango se toma un puñado de virutas, y abrazándole con ellas, basta apretar algo con la mano para que, poniendo en movimiento el torno, se obtenga un pulimentado relativo que hermosea el aspecto de la pieza que se ejecuta.

Hacer un taladro.—Falta para terminar el mango labrar un agujero en su centro, hácia la parte de la virola, por donde ha de introducirse la espiga de la herramienta. Dos son los medios que indistintamente pueden emplearse: ó el mango es el que ha de recibir el movimiento, ó la broca que hace el taladro; en el primer caso se monta el mango en el mandril por los muchos medios que hay de hacerlo, segun las clases de estos; despues se toma una broca larga, montada en su mango, cuyo extremo cor-

tante puede estar dispuesto en forma de lanza sencillamente, y con esta se hace el taladro, conduciéndola con la mano en direccion del eje, sin ladearse, avanzando siempre, sin apretar, y apoyándose, si se quiere, en el soporte situado convenientemente. En el otro caso, cuando es la broca la que ha de moverse, es preciso fijar esta en mandriles especiales dispuestos á propósito, para que centren muy bien aun las piezas de menos diámetro. Cuando no se poseen estos mandriles, se monta la broca con su mango, esmerándose en su centracion, como se hizo con el mango que se trataba de horadar en el caso anterior; despues no hay más que conducir el mango bien horizontal sobre la broca, avanzando rectamente y sin esfuerzo para que quede hecho el taladro. De vez en cuando, en ambos casos, se debe sacar la herramienta del agujero, á fin de que caigan las virutas y se refresque el hierro convenientemente. Hay otros medios de hacer estos y otros taladros, como veremos más adelante, cuando nos ocupemos del asunto en particular; pero desde luego prevenimos que en los dos casos que hemos citado, y empleando la clase de brocas referida, es preciso dar mucha velocidad al torno siempre que, como en el presente caso, se taladre madera.

Por último, con una segueta de mano se separa el mango propiamente dicho de la parte que se utilizó en el mandril para sujetar la pieza, y así queda determinada esta primera obra de todo principiante. Debemos advertir que el taladro para fijar la herramienta ha de ser proporcionado á su espiga, y que para montarla se sujeta fuertemente á un tornillo fijo, y á mazo se mete el mango, sin exagerar los golpes para evitar que se raje, á pesar de la virola. Hay mangos llamados universales, que tienen un tornillo de presion en la virola, que sirven para cuantas herramientas se deseen, pues con dicho tornillo se sujetan y se sueltan todas las del herramental; pero semejantes mangos no prevalecen, tanto por lo mucho que estorban á la mano los dichos tornillos, como por lo baratos que están los ordinarios, permitiendo dotar cada herramienta del suyo propio. En cuanto á la forma de los mangos, á pesar de las muchas opiniones que hay en la cuestion, conviene seguir las reglas siguientes para su eleccion: la pequeña herramienta del platero debe tener los mangos lisos y redondos, como el ejemplo de que nos hemos ocupado; los hierros del tornero de madera y toda herramienta que ha de ser impelida algunas veces por la palma de la mano, debe tener la forma de *pera*, y por eso el buril del grabador lleva por mango una especie de sombrero muy ancho, con relacion á la herramienta; por

fin, los fuertes hierros del tornero en metales deben tener mangos largos y gruesos, para que sirvan de palanca y den mayor energía al trabajo.

REGLAS GENERALES PARA TORNEAR UNA PIEZA CUALQUIERA DE MADERA.—Con el hacha ó azuela se labra el trozo de madera, dándole las formas aproximadas que ha de tener en definitiva; despues se determinan los centros, y se monta la pieza en el torno, segun convenga, y se procede á desbastar de primera intencion con una gubia, siguiendo, por decir así, la obra del hacha; en seguida se toma un compás de distancias, y se señalan los límites de las diferentes labores, los cambios bruscos de las superficies y todos los accidentes notables, haciendo una ligera huella con el escoplo de dos filos; á continuacion se labran las superficies cilíndricas, segun sabemos, y las cónicas despues del mismo modo, es decir, por bandas que sirviendo de *maestras*, subdividan la extension y faciliten la buena marcha del trabajo. Hechas estas primeras labores, siempre con la ayuda del compás de gruesos, para que los diámetros sean iguales al modelo, se tornean las superficies, cuyas líneas generatrices son curvas, como las medias cañas, bocelles, escocias, etc., sirviéndose de gubias de distintas formas, con filos diferentes, y siguiendo el mismo método de fijar bandas que vayan sujetando como siempre la marcha del trabajo. En seguida se labran los huecos interiores con las herramientas especiales, observando las mismas reglas, y concluyendo por fin con el leve pulimentado hecho á mano, valiéndose de un puñado de virutas, queda terminada la obra.

PRINCIPIOS GENERALES QUE DEBEN TENERSE PRESENTES PARA TORNEAR METALES.—El hierro y el acero se tornean empleando herramientas especiales, atacando las superficies normalmente y disminuyendo mucho la velocidad del torno.

Las herramientas son de varias clases, como en la madera (véase la figura 12, dibujos del 7 al 12), pero las gruesas, aunque tienen formas especiales, siguen la misma tendencia, dividiéndose, por lo tanto, en gubias y formones; distingüense despues una série de *buriles*, que son herramientas de poca escuadría con secciones diferentes.

Las gubias no tienen la forma semianular, dada la energía que han de presentar contra el duro material que hieren, y por lo tanto, la media caña que caracteriza esta herramienta se obtiene afilando el extremo de un formon recto, en medio círculo, como expresa el dibujo 9 de la figura última.

La disposicion del núm. 7, que consiste en un hierro estrecho

cuya acerada punta lleva dos chaflanes, sirve para trazar hendiduras angulares, y los 10 y 11 para labrar filetes planos.

En cuanto á la forma especial del hierro, expresada en las figuras 7, 8 y 10 por los perfiles de estas herramientas, es, sin disputa, la más apropiada para satisfacer mejor la manera de fijarlas durante el trabajo.

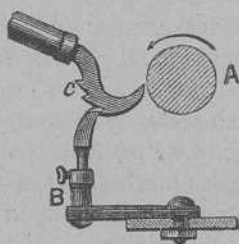


Figura 13

Fija en el torno la pieza A, figura 13, es preciso sostener enérgicamente la herramienta para que no sufra trepidaciones que inutilizarían su acción, al propio tiempo que es condición indispensable no oprimir el hierro; ambas condiciones se satisfacen sujetándola, merced á los dientes que lleva la curva de su remate *c*, en el borde curvilíneo del soporte B que guía las herramientas en todos los tornos, y que para este deberá ser siempre de hierro y estar fuertemente montado, si bien se fija en su borde una banda de madera dispuesta al efecto. Variando la distancia del soporte á la pieza, se utiliza cualquiera de los tres dientes que lleva la curvatura de la herramienta, teniendo en cuenta siempre el ángulo de inclinación con que se quiera atacar el material. Debemos hacer constar que también hay herramientas en disposición recta, como se manifiesta en la figura 12 la especie de formón, dibujo 12, llamada *plana*; pero sólo servirá como un alisador para disimular las estrias que siempre dejan las otras herramientas, por bien afiladas que estén y por muy firme que sea la mano que las dirija, pues es de advertir que cuanto más duro es el acero que se tornea, más estrecha debe ser la herramienta, y por lo tanto, más fácil es que queden esas estrias, sobre todo en el trabajo á mano.

En virtud de esta última consideración, se comprende que sea el buril la herramienta característica en esta especialidad del trabajo á torno, habiéndolos de muchas formas; ya son cuadrangulares con el chaflán diagonal, ya estrechos terminando en ángulo agudo ó en media caña, ya con dos chaflanes laterales y otro

oblicuo formando una punta cuadrada, ya para herir de costado en cuarto de circulo y de otras muchas más disposiciones que serian prolijas de enumerar. Estos buriles tienen sus nombres diferentes en cada taller, llamándolos *grano de trigo*, *estrecho*, *medias cañas*, etc., bajo el nombre siempre genérico de buril que les caracteriza, y que es general para torneros, grabadores, plateros y cinceladores.

Finalmente, el raedor triangular de que nos hemos ocupado ya dos veces en la presente obra, es otra herramienta muy útil y que puede llamarse universal para tornear el hierro y el acero; con ella se agrandan agujeros, se tornea interior y exteriormente, y como tiene tres filos, se pueden ir utilizando uno despues del otro, sin necesidad de interrumpir el trabajo para afilar la herramienta. Y sobre todas estas ventajas, tiene la facilidad de su preparacion, pues toda lima triangular, cuando se desgasta por el uso, se afilan sus tres caras y queda trasformada la herramienta en el útil más preciado del tornero, con el nombre de *ras-cador* ó *raedor*.

Cuando se tornea el hierro, á pesar de la poca velocidad que se imprime á la pieza, se calienta mucho la herramienta, y con el tiempo se destemplaria si no se obviase este inconveniente mojando con una esponja de vez en cuando el punto que se tornea. Otras veces se pone encima un recipiente lleno de agua, del que sale un tubo muy delgado con su llave correspondiente, por donde cae gota á gota sobre el acero que ejecuta la labor. En vez del agua debe emplearse el petróleo en el acero ó hierro muy duro, teniendo la ventaja de no oxidar estos metales.

Cuando el hierro y aun el acero están algo *ágríos*, ó lo que es lo mismo, difíciles de tornear, se les *recuece*. Esta operacion se verifica sencillamente introduciendo la pieza de metal en un brasero, hasta que se ponga roja en todas sus partes, y despues se la deja enfriar por sí sola en la misma lumbre, ó mejor envuelta en serrín.

Debe advertirse que el acero pierde algo de sus buenas cualidades despues de este recocado si pasa del rojo cereza.

COBRE.—Para tornear el cobre se emplean las mismas herramientas que para la madera, pero con los cortes en ángulo recto, y por lo tanto, huelga la gubia, que puede ser sustituida por una media caña. El plano de la seccion recta que forma los cortes de estas herramientas, ha de estar bien hecho. La experiencia ha demostrado que esta disposicion es la más á propósito para tornear el cobre, que desde luego se trabaja mucho mejor que el hierro.

Cuando se tornea, salta una granilla candente, é impelida con tal fuerza, que obliga á ponerse guantes y anteojos de fogonero al operador. Conviene refrescar de vez en cuando el sitio que hiere la herramienta.

Pueden utilizarse las mismas herramientas que para el hierro, sin más que prevenir el mal efecto del ondeado que generalmente ocasionan los cortes agudos de aquellas en este metal, y para ello basta acercar un poco el soporte, fijar bien la herramienta y cortar en línea horizontal. Los buriles que se emplean para tornear el hierro sirven desde luego para trabajar el cobre.

Para hacer taladros á torno en estos metales se puede construir la herramienta por sí mismo. Se toma una varilla de acero del diámetro que se desee, y se destempla recociéndola por un extremo, el que se machaca, aplanándolo bien con un martillo sobre un tas ó yunque; en seguida, á los dos costados de este extremo se forman chafanes en sentido inverso á cada lado, representando lo mismo que la punta de una lanza, igual en un todo al taladro de madera que hemos citado para taladrar los mangos en su última operacion de montar la herramienta. No obstante, en este caso hay que abrir más el ángulo del extremo, y en cuanto á los chafanes, no exagerarlos tanto en su inclinacion ni mucho menos, si bien han de estar más esmerados, y sobre todo el acero debe ser de la mejor calidad. Se temple despues, y poniéndole en su mango correspondiente, resulta muy cómodo para hacer los taladros en el cobre, laton y toda clase de metales.

Templado del acero.— Como quiera que hemos dado á conocer el medio de destemplantar el acero y aun de hacer más ductil el hierro, vamos á exponer los procedimientos más sencillos y espeditos que puede emplear un tornero para devolver su primitiva dureza á estos materiales.

El principio general del templado consiste en calentar hasta el color *rojo claro* los aceros de cementacion, y al *rojo cereza* los fundidos, y despues, inmediatamente sumergirlos en agua natural de rio ó pozo, imprimiendo á la pieza un movimiento de torsion al tiempo de meterla en el agua, con objeto de que se remuevan las capas de agua en contacto, y el enfriamiento se haga rápidamente. No debe calentarse demasiado el acero, como creen algunos, pues si se pasa de las temperaturas referidas, puede perderse algo de su calidad y resultar luego una masa muy quebradiza que no sirva para nada. Tambien es preciso y esencial que se caliente el acero uniformemente, sin cuyo requisito saldrá mal el templado; por esto, cuando se han de templantar objetos muy

finos, se envuelven en carbones, y aun mejor en polvo de carbon que, bien encendido, calienta por igual. No conviene templar herramientas con el corte muy fino; vale más dejarlas gruesas en su preparacion, y despues de templadas, hacer los filos en la piedra tan delicados como se desee.

Para calentar piezas demasiado pequeñas no puede emplearse la forja, pues su accion reductora haria desaparecer objetos delicados, como son las brocas pequeñas, muelles de reloj, etc. Entonces se hace uso de una lámpara y del soplete, lanzando la llama sobre la broca, y cuando el extremo tenga el color rojo cereza, se sumerge en agua, ó si no, se introduce en sebo ó grasa de aceite, segun el grado de dureza que se desee. Poniendo el objeto sobre un carbon de pino, y envolviéndole entre otros, dejando una parte descubierta para introducir la llama, se calienta más pronto el objeto, mejor y con más comodidad, pues el carbon, cogido en la mano izquierda, se maneja mejor que unas tenacillas.

Se aconseja tambien poner unas gotas de ácido sulfúrico ó nítrico en el agua donde se enfria el acero, pero no debe abusarse de esto, porque ocasiona un desarreglo molecular en el metal que le hace quebradizo. Para que no sufra nada la tenacidad peculiar del acero, conviene enfriarle en un baño de mercurio, sobre todo cuando se trata de templar un buril, broca ú otro objeto muy delicado que puede quebrarse si se emplean los métodos ordinarios.

El baño de sebo, cera ó aceite se usa cuando se desea obtener una dureza media. Con 20 partes de aceite de ballena, 20 de sebo y 10 de cera se obtiene un líquido excelente para templar sierras, resortes, muellecitos, agujas, punzones, etc. Cuando se desee templar levemente, se sumerge el acero en agua con una pequeña parte de jabon, cuidando no excederse en este ingrediente, pues si está en exceso no se templaria la pieza ni poco ni mucho.

Hay operaciones delicadísimas que usan los grabadores en acero para ablandar y endurecer las placas, pero realmente no tienen interés para el tornero.

Los aceros con tungsteno, manganeso ó con cromo, como se ha probado recientemente, adquieren un grado de dureza tan extraordinario, que preparadas placas de estos aceros bien pulimentadas, no se dejan rayar por las herramientas más delicadas del acero comun. Estas composiciones del acero conviene que sean conocidas del tornero.

En cuanto al hierro, se puede acerar del modo siguiente: se calienta al rojo vivo y se frota con ferrocianuro de potasio; despues se vuelve al fuego y se le temple en el agua por el procedimiento ordinario. La sal amoniaco puede sustituir al ferrocianuro, aunque se deba frotar más tiempo el hierro, manteniéndole constantemente al calor rojo hasta el momento de la inmersión. Sin embargo, estos sistemas, como es lógico, no producen un buen acero ni mucho menos, sirviendo sólo para endurecer el hierro. En cuanto al medio real de acerar propiamente el hierro, es cuestion que no puede estar comprendida en los límites de la presente obra.

Como quiera que un buen tornero debe prepararse las herramientas por sí mismo, conviene que se ejercite diariamente en el forjado del acero, su temple y demás operaciones, hasta dominarlas en absoluto, á fin de no necesitar el auxilio de un herrero, sobre todo tratándose de trabajos sencillísimos cuya ejecucion no exige grandes conocimientos en la difícil profesion del forjador.

TERCERA PARTE

TORNOS ESPECIALES

TALADROS.—Empezando por la sencilla *barrena*, y siguiendo con el berbiqui, taladro de balancin y otros muchos, hasta llegar á la perfeccionada herramienta de taladrar que emplean los instrumentistas de precision, hay una série considerable de sistemas, que no son más que tornos diferentes, en posicion vertical la mayor parte de las veces. Vamos á estudiar sucintamente los tipos principales.

BARRENAS.—Deben manejarse con precaucion, pues rajan la madera cuando esta, por su pequeña escuadria, no tiene la resistencia debida. Las hay de muchas formas y tamaños: unas, las más antiguas, á manera de gubias, llevan en el centro de su boca un pequeño tirabuzon que fija y empieza el taladro; estas son las mejores cuando tienen buen acero; las redondas, con una canaladura en hélice, son más propensas á rajar la madera, y las formadas por dos canaladuras aun se han de emplear con mayor precaucion. Todas estas herramientas deben buscarse en acreditados establecimientos, á fin de que sean de buen acero duro, pero nada quebradizo, pues las malas, al taladrar maderas de consistencia, se suelen quebrar, quedando una parte embutida en el agujero; contratiempo muy difícil de remediar.

Cuando la madera es dura ó el taladro de mucho diámetro ó profundo, conviene emplear el útil de que nos vamos á ocupar á continuacion.

BERBIQUÍ.—Por ser demasiado vulgar este útil renunciaremos á toda descripcion. En cuanto á las brocas, que se ajustan en la caja correspondiente, sólo las inglesas son sin disputa las mejores de todas las conocidas, por su carácter general para taladrar toda clase de maderas, blandas ó duras. El extremo que se sujeta al berbiqui es cuadrado, y debe ceñirse á su mortaja, aunque con un

tornillo de presión que lleva esta se consolida dicho ajuste accidental; después sigue una varilla cuyo otro extremo se ensancha para formar la verdadera herramienta, que consta de tres partes: la primera es una punta central y triangular que fija la situación y dirección del taladro; la segunda la constituye una punta que va á un extremo, y sirve para trazar el círculo y aun cortar en redondo la madera; esta punta es más corta que la primera; por último, al otro lado de la punta central existe un corte horizontal, formado por un cuchillo en hélice que va quitando toda la madera que queda, desde el centro al círculo trazado por la punta exterior. La punta central suele ser un principio de rosca, y de cualquier modo, siempre que se va á hacer uso del berbiquí, se señalan los centros con una barrena ordinaria.

Hay brocas especiales y muy variadas que descansan en el mismo principio que el anterior, compuestas de varias piezas sujetas con pequeños tornillos, que no dieron los resultados que se prometían sus autores.

La mejor broca, que puede llamarse universal puesto que taladra lo mismo la madera que el hierro, es la de Morse, que se reduce á un simple cilindro de acero, como expresa la figura 14,



Figura 14

que lleva dos canaladuras profundas y semicirculares, á paso de hélice, alternadas y perfectamente hechas, de modo que presenten cortes laterales muy vivos, aunque poco agudos; la boca de esta herramienta se afila en forma cónica. En la figura se representa como armada á un mandril de un torno, pero sirve igual-

mente para un berbiquí ú otra clase de taladro vertical. Teniendo cuidado de dirigirle sin desviaciones, se obtienen taladros muy limpios, sin entorpecimientos de ningún género, pues las virutas salen perfectamente por las canaladuras, cualquiera que sea la dirección que tenga la herramienta.

Para taladrar maderas rápidamente se construyen máquinas especiales, y entre otras, citaremos la de M. Arbey, de París, que representa la figura 15. Sobre un fuerte banco se eleva una especie de columna, compuesta de dos maderos, por entre los que resbala un trozo de madera que se fija á la altura que se quiera; en esta madera se sujeta con tornillos un soporte con dos brazos, que sostiene verticalmente un cilindro de hierro con su caja inferior, donde se fija la broca con un tornillo de presión; este cilindro tiene su polea, que recibe el movimiento del árbol principal del taller por medio de una correa cruzada ó cuerda de tripa. El madero que se desee taladrar se coloca sobre el tabletero, que puede moverse á fin de variar la dirección del taladro. Por último, la palanca, fija por un extremo á la columna, obliga por medio de una articulación universal á descender el cilindro, y por consiguiente, á la broca de que es portador; así que el obrero, accionando sobre dicha palanca, lleva en la mano el medio de ejecutar el taladro. Para levantar la herramienta se dispone de un contrapeso con su cuerda que desde el hueco del banco viene á una polea de retorno, para cojerse á la palanca y sostenerla constantemente elevada, como se ve examinando la figura.

Para taladrar marfil ó metales se emplean brocas más sencillas, pero se necesita más energía en los medios de accionar. La broca más comun es la de punta lanceada, con los chafanes encontrados y con un temple en armonía con el material que deba taladrar. Desde luego recomendamos la broca universal, sistema *Morse*, ya citada (figura 14), que se encuentra por colecciones de todos los diámetros posibles, y que hace un servicio excelente en cualquier material que se emplee.

El útil portador de la broca que ha de ponerla en movimiento puede ser de muchas clases, según vamos á examinar.

Taladro de balancin.—Es el aparato más sencillo para taladrar toda clase de materiales, menos las maderas, que por ser tan blandas, embotan á la broca y la imposibilitan el movimiento alternativo que la imprime este sistema de taladrar. Es muy conocido de todo el mundo, por ser el que usan los *lañadores*, y en su consecuencia no damos grabado para explicar su forma, limitándonos á describirlo sucintamente; consiste en una varilla de hierro, cuyo

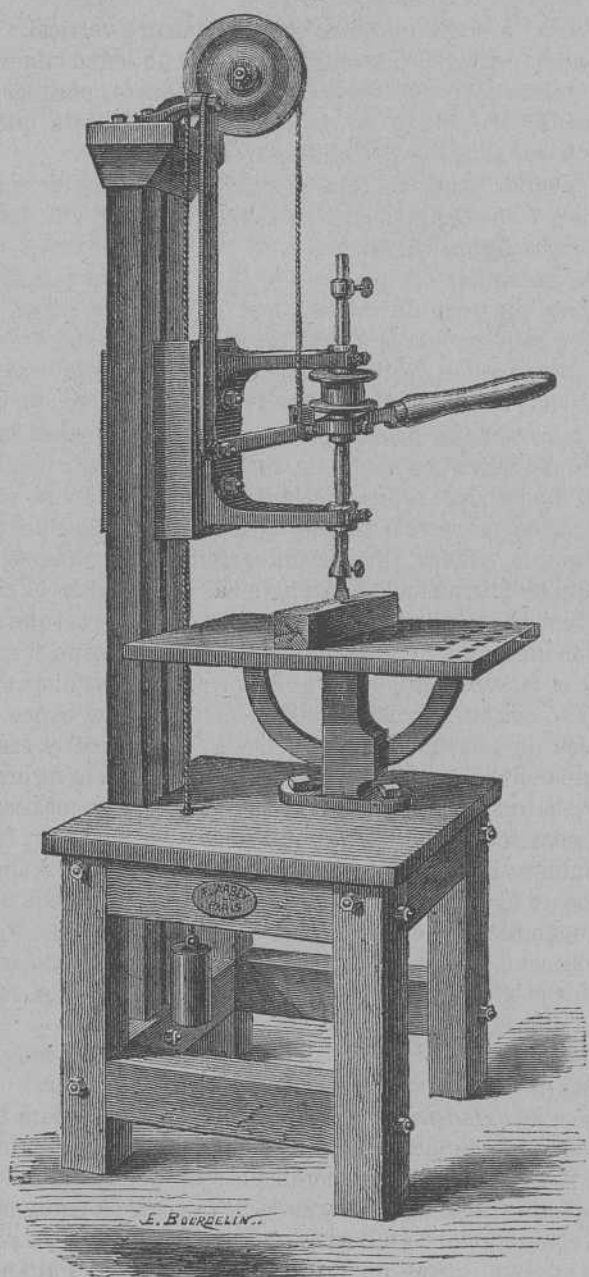


Figura 15

extremo superior tiene una abertura por donde pasa una correa estrecha; los extremos de esta correa se atan á los de un balancin de madera que atraviesa holgadamente, y por su centro, la referida varilla; al extremo inferior de esta se abre una caja cuadrada que recibe la broca, y por fin, tanto para que descienda el centro de gravedad del aparato y tenga más actividad, como para que sirva de volante, va fija una rodaja de hierro á la parte inferior de la varilla, debajo del balancin, y á pocos centímetros del extremo.

Para hacer funcionar el aparato se fija la punta de la broca sobre la señal hecha de antemano en el sitio que se ha de taladrar, y colocada la varilla verticalmente, se imprime con los dedos un movimiento de rotacion al volante, que arrollará la correa sobre aquella y elevará el balancin, que debe cogerse con la mano, y cuando se encuentre elevado hasta su límite, descender rápidamente para que, imprimiendo un movimiento de rotacion, al desarrollarse la correa en sentido contrario, continúe despues elevando la mano y arrollando de nuevo la correa, para seguir así hasta concluir el taladro. Es muy fácil alcanzar la práctica de este trabajo á la primera vez que se intente.

Con objeto de suprimir el balancin se han hecho nuevas disposiciones en este aparato, pero todas ellas sin resultados prácticos. Unas veces la varilla es una especie de rosca á la que se ajusta una tuerca que, cogida con los dedos y haciéndola subir y bajar con rapidez, necesariamente determina un movimiento de rotacion alternativo en la varilla, y por lo tanto, en la broca que va unida á ella, como en el caso anterior; aparte de este movimiento, es preciso oprimir hácia abajo el taladro con la otra mano, puesta sobre un mango ancho y ajustado libremente en la parte superior de dicha varilla. Hay otras disposiciones que realmente carecen de interés.

Para hacer taladros de más importancia se venia usando de tiempo antiguo el *berbiqui* del carpintero, montado en un bastidor, donde por medio de una palanca se oprimia con fuerza para taladrar con éxito el hierro. Pero semejante procedimiento es la ruina de nuestros pequeños talleres, que no podrán subsistir con este grosero sistema para hacer la operacion más importante en las obras de cerrajería. Pues conviene fijarse en que, dados los adelantos notabilísimos conseguidos en la fabricacion de hierros especiales, el problema del cerrajero tiende cada dia más al ajuste, y por lo tanto, el útil que le caracteriza casi en absoluto es el taladro; de manera que se hace ya imposible la instalacion de un

obrador de herrero sin empezar por un taladro, al mismo tiempo que se establece la forja. Tal es la importancia de esta máquina-herramienta, que es, sin duda alguna, la que más variantes alcanza entre todas las que emplea la industria moderna.

Para dar una idea exacta de esta clase de taladros, véase la figura 16, que aunque representa uno de los más sencillos, puede servir de tipo á todos los de su clase: el eje vertical A B, con su

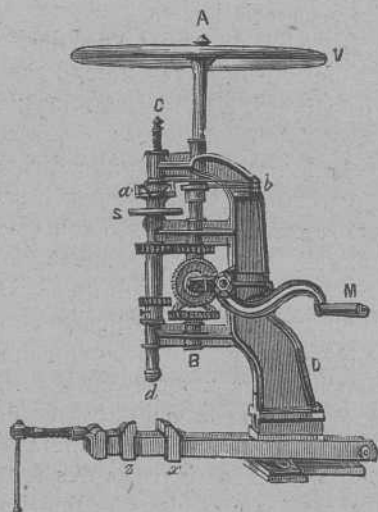


Figura 16

volante V, recibe un movimiento de rotacion por medio de un engranaje cónico que pone en accion el operador actuando sobre el manubrio M. El eje A B lleva fijo á él una rueda dentada que engrana con otra acoplada tambien á una mangueta *m*, que tiene un paso de rosca abrazado á un tornillo, de que forma parte la barra *c d*; es claro que si se mueve el manubrio, tambien lo hará el eje A B, transmitiendo á su vez el movimiento á la mangueta, y esta al tornillo que, naturalmente irá descendiendo al mismo tiempo. Desde luego se comprende que habiendo dos movimientos en combinacion para la broca, uno de rotacion y otro de descenso, es preciso calcular el paso del tornillo y los diámetros de los engranes, de modo que el trabajo se verifique en buenas condiciones. Para lograrlo hay muchos medios: ya con palancas graduadas que obligan al movimiento de descenso, más ó menos acelerado, como se indica en *a b*, ya tambien se establecen trasmisio-

nes con correas y poleas de diferentes diámetros, que determinan variantes en la relacion de ambos movimientos, y otras mil combinaciones más ó menos complicadas que el criterio del maestro debe saber juzgar, en atención al servicio á que se destina la máquina-herramienta. Por nuestra parte, aconsejamos que se elija siempre el mecanismo menos complicado para los trabajos más rudos; así, el primer medio citado es más propio de esa cerrajería de precision que ejecutan los relojeros de torre ó instrumentistas de distintas especialidades, pues son los que necesitan variar por grados insensibles las relaciones de dichos movimientos, dado que manejan metales y aun maderas muy diferentes que han de taladrar con esta clase de máquinas; en cambio el segundo medio, de trasmisiones de poleas y correas, está más indicado para la cerrajería ordinaria, en que dichas relaciones no deben cambiar, ni con tanta frecuencia, ni con precision tan exagerada. Este criterio, referente á un caso concreto, debe aplicarse siempre que sea preciso adquirir una herramienta cualquiera.

Continuando con la descripcion del taladro mecánico (figura 16), diremos que la broca se ajusta por cuadrado en la especie de mandril *d*, que puede ser de muchas clases, desde una simple caja, hasta un mandril para centrar automáticamente en trabajos de gran precision. Del mismo modo, para sujetar la pieza que se taladra puede usarse de un mecanismo como el de la figura, que es un simple tornillo de mesa con sus dos bocas *x* y *z*, que se aproximan por los medios conocidos ordinariamente; en otros taladros de más precision, el tornillo que enlaza estas bocas tiene los pasos cambiados, de manera que los dos marchan al mismo tiempo para centrar las piezas bajo la misma broca; otras veces, en los taladros ordinarios, sólo hay un plato con agujeros rectangulares, donde, con cuñas ó *perros* de mil formas, se sujetan las piezas. Por último, una armadura *D* de fundicion enlaza todo el mecanismo, sirviendo de apoyo á sus diversos órganos. Hay taladros *radiales* que sirven para taladrar en cualquier punto de una gran pieza que no puede moverse fácilmente, muy usados en los grandes talleres de calderería gruesa y en otros de construccion de máquinas; pueden tambien moverse estos taladros por medio de una trasmision que parta del eje principal del taller, y entonces llevan una série de poleas dispuestas al efecto, segun la velocidad que se quiera imprimir al taladro.

Todos estos taladros llevan un pequeño volante *s* (figura 16) que sirve para subir ó bajar la broca, independientemente del mecanismo indicado.

TORNILLOS Y TUERCAS.—Siendo peculiar del tornero la construcción de estas piezas de máquina, que se ejecutan con herramientas y en tornos especiales, creemos muy del caso ocuparnos de este asunto en el presente capítulo, que abraza ambos extremos. Tres son los medios conocidos para construir dichas piezas: con *terrazas*, con los *peines*, ó empleando el torno especial llamado *paralelo* ó *cilíndrico*. Estudiemos cada uno de estos procedimientos.

Terrajas.—Las hay especiales para hacer tornillos y tuercas de madera. Las más comunes de esta clase se componen de dos piezas, una adaptada sobre la otra, y fijas entre sí por dos tornillos de madera ó de hierro, con las tuercas provistas de sus orejas para apretarlas fuertemente. Una de estas piezas, muy delgada, es la tapa, y la otra la terraja propiamente dicha. En el centro de estas piezas se halla el agujero que hace el trabajo, y entre ambas, embutida en la más gruesa, se encuentra la verdadera herramienta que labra la madera y ejecuta la rosca; esta piecécita se fija con clavos sin cabeza, y al lado de ella hay un hueco para dar salida á la viruta que saca de la madera.

Otro sistema de terrazas consiste en un pedazo de madera, con su taladro aterrajado conductor de la rosca que se ejecute, y la herramienta que hace el trabajo es sencillamente un hierro como el del guillame, embutido en su caja, con la cuña de ajuste y su hueco para desahogo de las virutas. Este sistema no es preferible al anterior, sobre todo cuando se quiere hacer una rosca de dimensiones determinadas que exijan alguna exactitud. Tal es la opinión de algunos torneros que en cambio ven mayores ventajas en el sistema primeramente referido. De todos modos, con estas terrazas sólo pueden hacerse roscas pequeñas, pues en cuanto á las grandes, para prensas de diversas clases, es imprescindible recurrir al torno cilíndrico, con que se ejecutan exactamente.

Para hierro y demás metales, como aun para la misma madera, hay otros sistemas de terrazas, que se fundan, sin embargo, en igual principio que los anteriores. Pueden ser estas *simples* ó de *cojinetes*.

La terraja *simple* consta de una série graduada de agujeros aterrajados sobre una chapa de acero, con un apéndice á lo largo de ella que la sirve de mango y de palanca. Esta chapa se adelgaza hácia los agujeros de menor diámetro, con objeto de que, siendo más estrechos los filetes, no comprenda más que el par de vueltas de rosca que son precisas á cada hueco; en todos estos, y particularmente en los mayores, se hacen tres ó cuatro entalladu-

ras en el grueso de la rosca con una lima de *aguja* ó *segueta*, procurando que los bordes queden bastante vivos. Por otra parte, las entradas de los agujeros se abiselan, para que faciliten el trabajo á que se destinan.

Para hacer un tornillo se toma el alambre del grueso que se desee, ó se forja ó labra un trozo del material que se necesite; se adelgaza un poco á un extremo, y se calibra con el agujero de la terraja que le corresponda. Fijase la pieza verticalmente en un tornillo de mesa, y se va introduciendo poco á poco la terraja á tornillo, adelantando y retrocediendo, pero conservándola siempre bien horizontal. Cuando se opera en metal, debe ponerse una gota de aceite en el agujero.

Con estas terrajas, cuando están bien templadas, se hacen tornillos sobre acero mismo, si bien destemplándole previamente para templarle despues de terminados.

Tienen un inconveniente estas terrajas: que cuando se rompe el alambre dentro de un agujero, no hay medio fácil de sacarle, y se suelen inutilizar por esta causa.

En las terrajas de *cojinetes* se evita siempre este contratiempo (véase la figura 17); consisten estas terrajas en una pieza de hier-

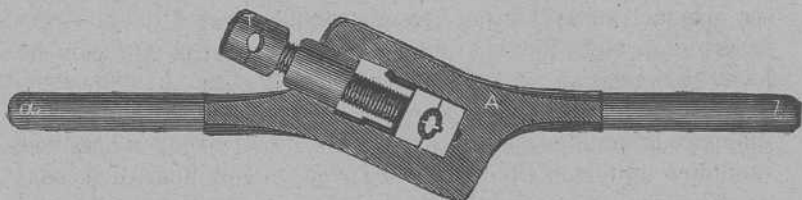


Figura 17

ro A alargada, formando en los extremos dos mangos *a* y *b* para su manejo; en el centro existe una caja que suele tener disposiciones muy variadas, dentro de la que resbalan libremente, aunque sujetas á unas correderas, medias tuercas con sus escotaduras centrales, constituyendo un corto número de filetes. Estas medias tuercas de acero pueden tener diámetros diferentes y aun aproximarse más ó menos, dentro de límites prudentes, merced al tornillo T, que sacándole suficientemente, permite extraer las medias tuercas para sustituirlas por otras de mayor ó menor diámetro; gracias tambien á este tornillo T, se pueden separar las piezas referidas y sacarse los trozos de material que por rotura del alambre inutilizan las terrajas simples, obviándose así y con tanta facilidad el inconveniente en estas. Por lo demás, se mane-

jan ambas terrajas del mismo modo y con iguales precauciones.

Conviene usar mucha limpieza con las terrajas, para que la granilla que sacan del material no sea un obstáculo que entorpezca los filetes ó los deteriore. Conforme se va haciendo la rosca, debe reconocerse el material de vez en cuando, pues si la operacion es laboriosa, y sobre todo cuando se trabaja en acero, concluye por endurecerse demasiado y puede romperse total ó parcialmente, y lo que es peor aun, destruir algun filete de la misma tuerca de la terraja, haciéndola saltar.

Para hacer la tuerca á un tornillo determinado acompaña á toda terraja una série de roscas, como la de la figura 18, que cor-



Figura 18

responden á los agujeros de aquella; y si no, se hacen de acero, como hemos dicho, y á lo largo de los filetes, se abren cuatro entalladuras, como se ven en la figura; despues se hace la cabeza cuadrangular á un extremo, y al otro se aguza la pieza para que sea más fácil su uso, segun veremos á continuacion, y en seguida se temple bien. Elegida ó hecha la rosca, veamos el medio de hacer la tuerca: se comienza por taladrar la pieza que debe constituir la, produciendo un agujero perfectamente cilíndrico y de un diámetro igual al cuerpo de la rosca, ó un poco menos si acaso; se monta en un tornillo de mano el extremo cuadrado de dicha rosca, y á tornillo se va introduciendo en el macho, sujeto al tornillo de la mesa, avanzando y retrocediendo con prudencia, y de este modo queda hecha la tuerca.

Peines.— Con estas herramientas, que se representan en la figura 12, y de que nos hemos ocupado anteriormente, se hacen tambien tornillos y tuercas. Para el tornillo se empieza por labrar al torno un cilindro con toda exactitud y del diámetro que se desee, igual al mayor grueso que deba tener la rosca; en seguida se fija el peine recto en el soporte, como si se fuese á torneear con un formon cualquiera, acercando la herramienta segun se indica en la parte superior del dibujo núm. 13 (figura 12), hasta llegar á la superficie cilíndrica; y ciñéndola bien, se marcha hácia la derecha, segun la inclinacion que indique el paso del peine, sin que haya regla práctica para determinar este movimiento lateral, y si sólo la experta mano del obrero, que á fuerza de ensayos debe

saber correr los diferentes peines que tenga en su taller. La tuerca se ejecuta con el peine de costado, y para labrarla debe empezarse por hacer un taladro en la pieza bien recto y cilíndrico, con el diámetro un poco más pequeño que el interior del tornillo. Después se sujeta la pieza en el plato ó mandril del torno, al aire, cuidando de que quede bien centrada. Hecho esto, se introduce la herramienta dentro del taladro, ciñéndola fuertemente contra sus paredes, como se indica en la parte superior del dibujo número 14 (figura 12), y se corre para adentro al mismo tiempo que se mueve el pedal. Con el objeto de fijar bien la herramienta, se pone el soporte frente á la tuerca y á la altura debida. Por fin, lo mismo que para hacer el tornillo, es preciso tener mucha práctica en el manejo del peine para hacer la tuerca. Debe tenerse mucha limpieza con estas herramientas, y cuando se opera con ellas se cuidará de no estropearlas.

Para hacer estos peines por sí mismos hay varios medios, pero el más práctico consiste en buscar un tornillo del paso que se desee hacer, en el que se labran tres ó cuatro entalladuras longitudinales, destemplándole previamente para temprarle después; hecho esto, se coloca en el torno de puntas, y en seguida se toma un formon de buen acero, sin chafán, y destemplándole, se corre sobre la rosca, señalándose en su frente el paso del filete, y de este modo se pasa varias veces sobre el tornillo, haciéndole girar á este con el pedal. El *peine de costado* se construye del mismo modo, pues la única diferencia estará en el modo de presentar la herramienta sobre el tornillo. Este procedimiento es más expeditivo que ninguno otro, pues el ajustar estos filetes con una lima triángulo es un medio expuesto á muchas imperfecciones y muy largo de realizar.

Cuando los peines queden de modo que colocados uno sobre otro se encajen y ajusten perfectamente, se dan por concluidos, pasándolos sobre la piedra cándida á fin de avivar el corte; después se les templa como sabemos, y por último, se les da otra pasada sobre la piedra, para avivar las leves imperfecciones que puedan resultar en los filos por causa de esta última operacion. Es claro que los chafanes en estas herramientas, como en todas las del tornero, deben hacerse segun el material á que se destinan; es decir, tanto más agudos cuanto más blanda sea la naturaleza de este.

Para describir el tercer procedimiento de hacer tornillos es preciso que se estudien antes los tornos *paralelos ó cilíndricos*, que son los verdaderamente especiales, y de los cuales nos ocuparemos más adelante.

Modificaciones de los elementos de un torno

SOPORTES.—El que se representa en la figura 4.^a es de los más perfectos que se conocen entre los sencillos; su sistema le permite toda clase de movimientos. Unicamente hay que advertir la necesidad de fijar con tornillos una banda de madera en su borde superior, sobre todo cuando se trabaja en acero ú otro metal, en que se fija la herramienta con demasiada fuerza, segun sabemos, y pudiera saltar dicho borde si fuese tambien de hierro.

Hay infinitos sistemas de soportes que se han ido perfeccionando poco á poco, y entre otras modificaciones, recordamos la que suprimió el tornillo de presion que en la figura 4.^a fija la varilla de la bigornia. Esta supresion se ideó para evitar que el extremo del tornillo hiciese muescas en la varilla é inutilizase la firmeza del aparato; al efecto se divide la mangueta en cuatro partes, de arriba abajo, por medio de cortes de segueta en cruz, y con una virola á rosca se juntan los extremos, ciñendo fuertemente la varilla y fijándola de un modo más enérgico que con el tornillo de presion.

Soporte de carro.—Tienen su aplicacion en los tornos cilindri-

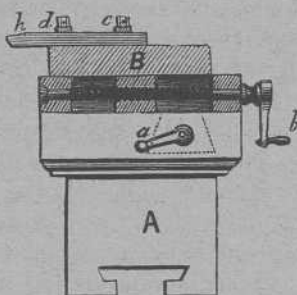


Figura 19

cos ó paralelos, donde el trabajo se ejecuta con mucho esmero, y por lo tanto, exige que la herramienta siga un movimiento fijamente paralelo al eje virtual de la pieza que se torne. Esta precision no puede conseguirla el obrero á mano, y entonces se recurre al soporte de carro, con el que se obtienen resultados casi matemáticos. En efecto; supongamos un soporte A (figura 19) que lleva en su parte inferior una caja en forma de T para resbalar á lo largo del mismo banco del torno, que afecta igual disposicion. En este soporte se abre otra caja, señalada de puntos, en su parte

superior, cuyo centro de figura corresponde al eje del manubrio *a*; en ella resbala una pieza ajustada á *cola de milano* ó de otro modo que la dé seguridad absoluta para no consentir otro movimiento que el de resbale. Esta pieza está aterrajada, recibiendo una rosca que se mueve por medio del manubrio referido; íntimamente unida á esta pieza se halla el verdadero *carro* ó *porta-herramienta*, que por lo referido tiene ya un movimiento de traslacion en sentido longitudinal tal como se desea. Bastaria con esto para conseguir el movimiento paralelo que se necesita, á fin de hacer un cilindro; pero aun es preciso otro movimiento de avance ó retroceso en la herramienta cuando se quiera torneear conos, esferas ú otros cuerpos de revolucion en que aquella deba trazar una línea recta, pero inclinada sobre el eje virtual del torno, ó una semicircunferencia, y por último, una curva que determine las formas diversas de los cuerpos que se torneen. Por lo tanto, sobre la pieza que constituye el carro se abre otra nueva caja en sentido perpendicular á la primera, pero con iguales condiciones de sujecion y con su tornillo, como se expresa en la figura 19, que lleva el manubrio *b* para mover la pieza en que se aterraja aquel, á fin de constituir la base de la pequeña plataforma B, donde, sirviéndose de unos *perros c y d*, se fija la herramienta *h* que ha de ejecutar el trabajo.

Infinitas son las formas de estos carros, pues desde los ingleses, que fueron los primeros creadores de su disposicion, vienen sufriendo modificaciones muy variadas, tantas como constructores de tornos existen en el extranjero; razon por la que renunciamos á sus descripciones, que nos ocuparian un tiempo inútil, bastando con el conocimiento exacto del principio que dejamos expuesto, para que todo tornero pueda conocer el mecanismo de cualquier carro á la primera inspeccion de la máquina. Antes de terminar, recomendamos al lector las figuras 24 y 27, en las que se manifiesta con toda claridad un soporte de carro que puede fijar más el concepto de este aparato, que hemos representado convencionalmente en la figura 19. Más adelante tendremos ocasion de describir otros propios de los tornos cilíndricos, como es el de la figura 27.

MANDRILES.—El objeto de esta parte del torno nos es conocida, pues consiste en un aparato que sujete la pieza que se torneea y la haga solidaria al movimiento de las poleas, que giran por la accion del motor.

El mandril más sencillo sin duda alguna es un plato de madera dura, como el haya, boj, etc., sujeto al eje de las poleas por me-

dio de una rosca ó con un pasador, y aun tambien con un tornillo de presion; pero advirtiéndole que estos ajustes no deben tener holguras de ningun género, que con el tiempo pueden concluir por tomar ensanches que inutilicen por completo el mandril. Sobre este plato se sujeta la pieza que ha de tornearse de muchas maneras. El procedimiento más sencillo consiste en pegarlas con el *mastic del tornero*, del que en el apéndice de la presente obra daremos la fórmula de su preparacion. Este medio se emplea siempre que se quiera aprovechar toda la pieza, por ser de una madera de valor ú otro material de mucha estima. Se empieza por hacer unas huellas en el frente del plato con una gubia pequeña para que agarre bien el mastic, y dando vueltas al torno, se calienta este y aun la pieza hasta que, bien reblandecido, se pára el movimiento y se afirma bien la pegadura. Así se deja hasta que se enfrie completamente. Cuando se torneé hay que tener cuidado con los golpes bruscos, á fin de que no se despegue, y que son ocasionados por los resaltos si no está bien desbastada la pieza, como asimismo por los nudos, y por fin, cuando no se sabe llevar bien la herramienta. Para despegar la pieza del torno basta darla un golpe lateral con un martillo, y aun con la misma mano suele ser suficiente, haciendo un ligero esfuerzo para conseguirlo.

El mandril más sencillo que sigue es el de *mangueta*, que lo constituye una série de fuertes virolas de todos diámetros, que se ajustan en la cabeza del torno por medio de una rosca, y en ellas se ciñe con cuñas la pieza que se ha de torneear. Naturalmente, segun sea esta, así se pondrá la mangueta que corresponda á su diámetro.

Este último mandril sufrió una importante modificacion, destinada á sujetar mejor la pieza, que consiste en cuatro tornillos, frente unos de otros, que economizan la série de cuñas que se empleaban en tales mandriles, pues avanzando estos tornillos hácia el centro, pueden sujetar todas las piezas menores que el diámetro del hueco de la mangueta. Además se suelen poner cuñas de cobre alrededor de la pieza, para evitar los malos efectos de una excesiva presion de los tornillos. Las cabezas de estos no deben ser exageradas, á fin de que no estorben al tornero; y por último, conviene poner ocho tornillos en vez de cuatro, si bien siempre opuestos dos á dos, y de este modo se consigue centrar mejor la pieza.

Siguen á estos mandriles en importancia los llamados *centra-*
dores, que hoy están en su mayor apogeo. Consisten en principio

en un largo mandril de mangueta, rajado longitudinalmente (véase la figura 20), en donde se ajusta un anillo *a* que ciñe á la vez las partes anulares del mandril hasta sujetar la pieza cuanto se quiera, siempre que esta no tenga un diámetro menor que el determinado por la reunion íntima de las partes que constituyen este mandril. Esta disposicion tiene la ventaja de centrar bastante bien y pronto las piezas; además, con tres ó cuatro que se tengan en el obrador, pueden comprender gran número de diámetros.

Fundadas en el mismo principio, y persiguiendo el fin centra-



Figura 20

dor de este mandril, son muchas las modificaciones introducidas, pero las más notables están destinadas á centrar los pequeños cilindros y brocas para los tornos de precision, que consisten en tres ó cuatro piezas reunidas por una virola que, ajustada á rosca, las reúne ó separa á voluntad por grados insensibles, pero con movimientos recíprocos tan exactos, que la centracion se consigue perfectamente, cualquiera que sea el diámetro que se trate de sujetar dentro de los límites que comprenda el mandril, pues siempre debe haber en un obrador un par de ellos de dimensiones diferentes que puedan abarcar piezas de distintos diámetros. Este mandril está representado en la figura 14 sujetando la broca del sistema Morse. Recomendamos esta disposicion como de las más importantes entre los de la coleccion que debe tener un buen torno.

El mandril *de corona* es un trozo cilíndrico que se ajusta á rosca con el árbol de las poleas por un extremo, y por el otro forma una especie de corona, con cuatro puntas agudas que, penetrando en la pieza, la sujetan perfectamente. Esta clase de mandriles no tienen aplicacion más que para trabajar con la punta del torno, pues sólo sujetan á la pieza cuando esta se halla obligada por aquella.

Otro sistema, que es una variante del anterior, consiste en ar-

mar de tres ó cuatro puntas de acero un plato de madera ó hierro, ajustado á rosca en el eje de las poleas. Estas clases de mandriles se llaman *de puntas*.

Se denomina *mandril de regletas* á la disposicion que se representa en la figura 21. Sobre un plato de madera ó hierro se hacen cuatro ranuras *a, a, a, a*; por estas pasan otros tantos tornillos que sujetan dos regletas A y B de hierro. Ahora bien; como estos tornillos llevan su tuerca y corren libremente á lo largo de las ranuras, naturalmente podrán fijar las regletas en muchas posiciones distintas, más ó menos alejadas del centro O, que determina el círculo del mandril y del torno respectivamente, si bien todas ellas serán paralelas entre sí. La aplicacion de este sistema está en la necesidad de hacer á torno varios huecos sobre una

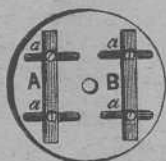


Figura 21.

pieza generalmente delgada. Para realizar el trabajo no hay más que determinar el centro de estos huecos en la tabla que se desee horadar, y aflojando los tornillos de las regletas, se corren estas hasta sujetar entre ellas la tabla de modo que la punta central O del mandril entre en el agujero que determine el centro del hueco; bien ceñida la tabla por las regletas, se aprietan los tornillos y se fija el mandril en el torno por medio de una mangueta bien centrada que llevará al otro lado del plato, la cual se ajustará á rosca ó de otro modo en el eje de las poleas. Montada la pieza en el *torno al aire*, puesto que en este caso no hace falta la punta, se procede á torneear el hueco, y de este modo, cambiando de posicion la pieza, se labran todos los demás. Con este mandril se hacen los huecos á los *talleres* de comedor, para sacar á la mesa los ingredientes del aderezo, los coperos y otros artículos donde sea preciso labrar anchos taladros en tablas delgadas.

Mandril de plato.—Consiste en un gran círculo de madera ó hierro que se ajusta á rosca, precisamente como otros mandriles, al eje de las poleas. Sirve para torneear piezas grandes, y en cuanto á la manera de sujetarlas, hay infinitos sistemas: unas veces, hácia el borde del plato, en tres agujeros equidistantes y aterrajados, se fijan sus correspondientes tornillos, de modo que

penetrando por detrás, alcancen algunos pasos de rosca por delante, á fin de introducirse en la pieza y sujetarla convenientemente. Este medio grosero no es el que prevalece en los tornos de alguna precision, pues muchas veces no puede taladrarse el material de la pieza, ya por ser esta de un material demasiado duro, ó por no permitirlo la delicadeza del trabajo; por lo tanto, se dispone de otros procedimientos más adecuados, por ejemplo: el plato suele estar agujereado con huecos rectangulares, unas veces anulares y otras radiales, y con *perros*, que no son más que tornillos con su cabeza y su tuerca, de variadas disposiciones; se sujetan las piezas, ya por su periferia si se ha de labrar el frente, ó ya por los huecos interiores ó entre-radiales si se trata de una rueda que se deba labrar la llanta; otras veces, tres ranuras simé-



Figura 22

tricamente colocadas, que convergen al centro, llevan embutidos sus tornillos, atravesando unas piezas aterrajadas que resbalan en estas ranuras á cola de milano; dichas piezas tienen un apéndice saliente al exterior, que avanza ó retrocede dando vueltas al tornillo, y que por lo tanto sirve para sujetar interior ó exteriormente, y por contacto, la pieza que se quiera torneear, lo mismo que cuando se emplean las regletas. Estos mandriles se llaman de *cojinetes*. Otra disposicion para sujetar las piezas en el torno es la que representa la figura 22, que lleva el nombre de *mandril de bocas*. Consta de una pieza A de madera dura, de forma cilíndrica; en su cara anterior lleva embutida y fija una pieza de hierro formada por tres varillas aterrajadas por sus extremos *a*; en la parte inferior de la pieza A se ajusta una gola *b* de hierro, con tres apéndices como el *d*, que abrazan los extremos de tres piezas *c*, ajustándose á ellas con una charnela que las permite avanzar más ó menos en unas entalladuras que penetran en el macizo del mandril; estas piezas tienen unas ranuras por donde pasan las varillas, y con una tuerca de orejas como la *g* se aprie-

tan cuanto se quiera sobre el objeto que se trate de tornear; los extremos de dichas piezas *c* llevan interiormente unas estrias que sirven para agarrar como las bocas de un tornillo, favoreciendo así su accion.

Este mandril se fija en el torno por medio de una rosca, como los demás, y aunque es antiguo y algo complicado, fué de mucha utilidad en un principio, por ser seguro y poder centrarse con él cualquier pieza del modo que se desee. En el dia se hacen mandriles fundados en este principio y en los otros que hemos explicado, que han quitado á este, por sus ventajas, toda la importancia que pudo alcanzar en los primeros momentos.

Para terminar el estudio elemental de los mandriles ordinarios, vamos á dar á conocer el medio de poder sujetar sencillamente una varilla cilíndrica en el *mandril de punta*, que está montado en el torno que representa la figura 4.^a En la punta de este mandril se centra la varilla, y como sólo se fija en un punto, naturalmente, al dar vueltas el torno, la referida varilla quedaria inmóvil, por mucho que se apriete la otra punta del torno, cosa que tampoco puede exagerarse por temor á que se curve aquella con una presion excesiva. Pues bien; para obligarla á seguir el movimiento del torno, se la sujeta un apéndice de hierro, que es una pieza pequeña, la cual á un extremo lleva un taladro de forma rombóidea, con los interiores estriados como las bocas de un tornillo, cuyo hueco, compuesto de una parte fija y de un cojinete, puede reducirse y ajustarse al extremo de la varilla merced á un tornillo de presion que obligue fuertemente al cojinete; es claro que, sujeta bien esta pieza y puesta la varilla en el torno, el otro extremo de este apéndice, tropezando con el estilete fijo que lleva el mandril cerca de su periferia, le obliga á girar con él segun se desea. Este pequeño aparato es muy comun en los talleres de torno, conocido con el nombre de *perro*.

Mandriles especiales.—Se obtienen resultados muy notables combinando movimientos rectilíneos con los propios de rotacion que tienen los tornos. Las curvas que describen los diferentes puntos de las piezas sujetas á estas combinaciones son muy variadas, y de este modo, fijando invariablemente la herramienta, resultan óvalos, círculos excéntricos, *guillocher* y otros motivos de adorno que debe conocer el tornero.

Mandril oval.—Para tornear en óvalos se emplea un mandril compuesto de varias piezas (véase la figura 23) que pueden variar más ó menos en su forma, pero que en su esencia siempre son las mismas. La figura B representa el mandril montado en el

torno, visto de costado, y en el que b es el eje de las poleas del torno, que puede ser cualquiera de los ordinarios; este eje se une al mandril por medio de una rosca, pero de modo que pase libremente á través de la ranura l practicada en el excéntrico A. En la parte anterior de este mandril existe un carro g , que resbala entre dos guías i , como expresa el detalle C; este carro lleva un eje h , que puede estar aterrajado para recibir el mandril ordinario que deba sujetar la pieza ovalada que se quiera torneear. Por

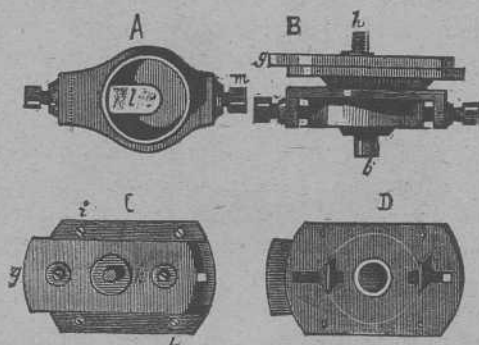


Figura 23

último, el carro se ensambla con el excéntrico, pudiéndose variar la excentricidad por medio de los tornillos opuestos m y su homólogo, que se expresan en el detalle A; además se fijan ambas piezas con dos guías ajustadas á rosca, que juegan libremente por sus respectivas ranuras, tal como se ve en el detalle D, y que determinan, cuando se verifica la rotación del torno, su movimiento de progresión en armonía con la excentricidad marcada.

Es claro que si el mandril no llevase este carro con la facultad de resbalar, la pieza ajustada en él giraría circularmente, y aun sucedería esto mismo si se redujese á cero la excentricidad, es decir, si se corriesen los tornillos m de modo que los ejes h y b , figura B, quedasen en una misma dirección. Por el contrario, á medida que estos ejes se separan uno de otro, el óvalo que trace la herramienta del torno cada vez será más alargado.

La figura 24 representa un *torno oval*, en donde está aplicado el mandril especial que acabamos de describir. El movimiento se obtiene del árbol general del taller, transmitiéndole á las poleas A, de las que una es *loca*, que sirve para poner en ella la correa cuando se desea parar el trabajo, y la otra, acoplada, para mover el torno. La herramienta está conducida en el soporte S

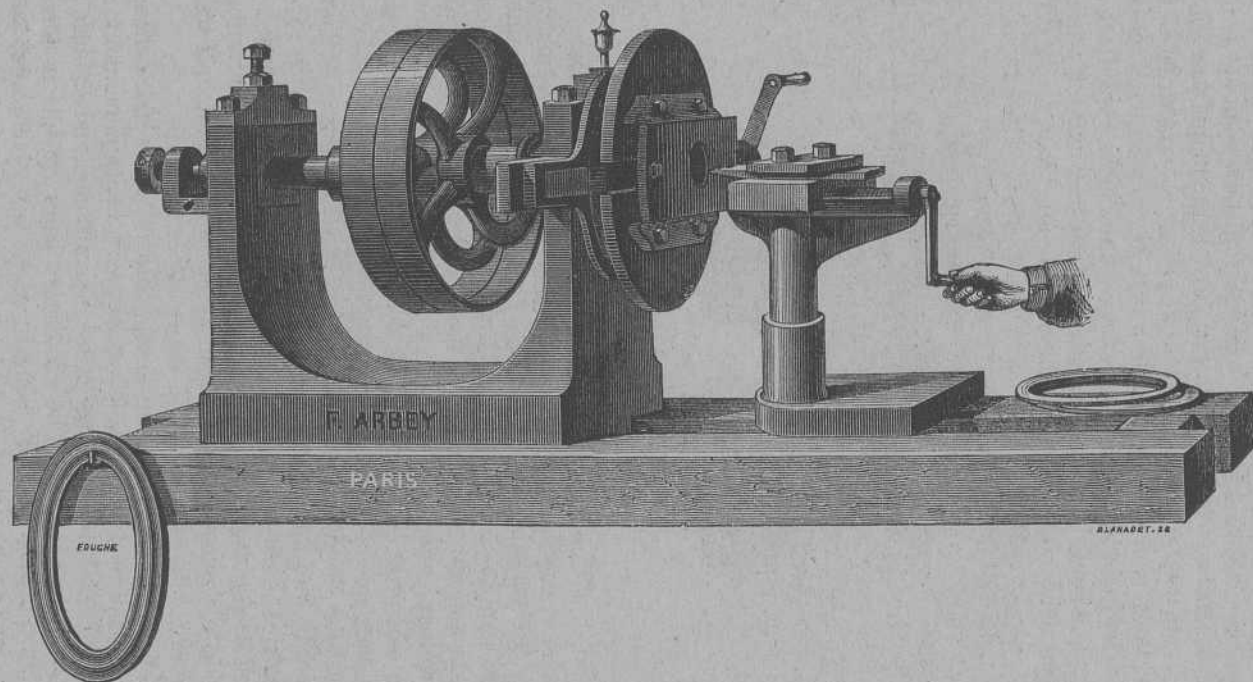


Figura 24

por medio de una manivela, y valiéndose de un sistema semejante al de los soportes de carro, propios de los tornos mecánicos de que ya hemos hecho mencion. Por fin, en el mandril *M* se obtienen los marcos ovalados que, tanto sobre el banco, como colgado á un extremo de él, se ven en la figura 24.

Leonardo de Vinci, artista notable que floreció á fines del siglo xv, fué el primero que concibió la idea de la excentricidad de los mandriles para obtener figuras ovales á torno.

Mandriles excéntricos.—Tienen estos por objeto alterar la posición del plato del mandril que lleva la pieza destinada al torno. De este modo, variando el centro de rotación de esta pieza, y no cambiando la posición de la herramienta, esta trazará necesariamente círculos con diferentes centros, produciendo infinitos motivos de decoracion si se combinan diversas excentricidades en el mandril.

M. Ibbetson fué el primero que ideó el mandril excéntrico más completo, representado de frente y de perfil por la figura 25.

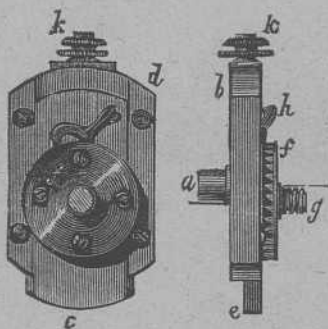


Figura 25

Consiste esencialmente en un carro *e* que resbala entre dos guías fijas al mandril ordinario del torno, moviéndose en sentido horizontal merced á un tornillo *k*, y circularmente por medio de una rueda dentada *f*, que se fija con una uña *h*, dotada de un resorte.

Con semejante disposicion se podrán obtener series de círculos en sentido rectilíneo, espaciados como se quiera, moviendo tan sólo el tornillo *k*. En efecto; fijo el plato del mandril al eje *g*, y corriéndose este de un lado á otro, en línea recta, resultará que la herramienta, siempre equidistante del verdadero centro de giro, que estará en el eje de las poleas *a*, trazará círculos dife-

rentes á medida que varíe la posicion de la pieza por aquella causa.

Si además se quiere variar la rueda dentada colocada sobre el mandril, la direccion de los círculos sufrirá un cambio que será tanto más notable cuanto mayor sea el movimiento que demos á esta rueda. Ahora bien; si se establece un mandril de esta especie, dotado de movimientos combinados, fácilmente se comprende la multitud de dibujos que se pueden obtener entrelazando círculos de diversos modos. Véase como ejemplo la adjunta figura 26.

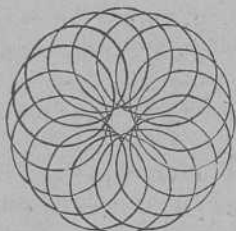


Figura 26

Y si se establecen relaciones de ruedas dentadas moviéndose en combinacion con el torno, pueden complicarse estos adornos con líneas especiales que estudia la *cinemática* con el nombre de *epiciclóides*.

Tornos mecánicos

Bajo esta acepcion vamos á estudiar las combinaciones que puede sufrir el movimiento del torno con relacion á la herramienta para realizar automáticamente los más diversos y delicados trabajos que ostenta la industria moderna, hasta conseguir esa admirable precision de los instrumentos y aparatos científicos de diferentes especialidades.

Al estudiar los soportes de carro, apuntábamos la idea de su utilidad para aliviar trabajo al operario, al mismo tiempo que alcanzaban gran precision sobre el sistema antiguo de torneear á mano, valiéndose del soporte ordinario. En su consecuencia, estudiemos ahora estas combinaciones, que dan origen al más perfecto de los tornos; pero antes bueno será que demos un consejo á todo el que desee trabajar con esta clase de máquinas-herramientas. Antes de pensar siquiera en trabajar á máquina, se debe haber torneado á mano, ó sea á *corchete*, en un torno ordinario,

movido con pedal precisamente, y sobre todo torneando la misma materia que luego se deba labrar á máquina. De este modo el tornero adquiere el conocimiento exacto de las relaciones que hay entre las velocidades y el trabajo de la herramienta; las inclinaciones que debe sufrir esta segun su temple, su filo, forma y disposicion; las sacudidas y las causas que las producen; la dureza de los materiales con los efectos del recocido, templado y otras preparaciones. Y todo esto sentido bajo la misma mano y el pié del operador, que con tan íntimo y laborioso trabajo, continuado por algun tiempo, llega á conseguir un conocimiento perfecto de esta profesion, para despues no hallar contratiempo alguno en el rigido trabajo de la máquina, donde es preciso apreciar la naturaleza del material y los efectos de la herramienta, para preparar uno y otra á fin de que no resulten percances que, sobre ser de más consideracion que en el torneado á mano, no enseñan, ni con mucho, los que puedan originarse en este á todo principiante. De manera que más se aprende con un mes de práctica torneando á *corchete*, que en muchos años de manejar tornos mecánicos.

Torno cilíndrico ó paralelo.—Una de las combinaciones de mo-

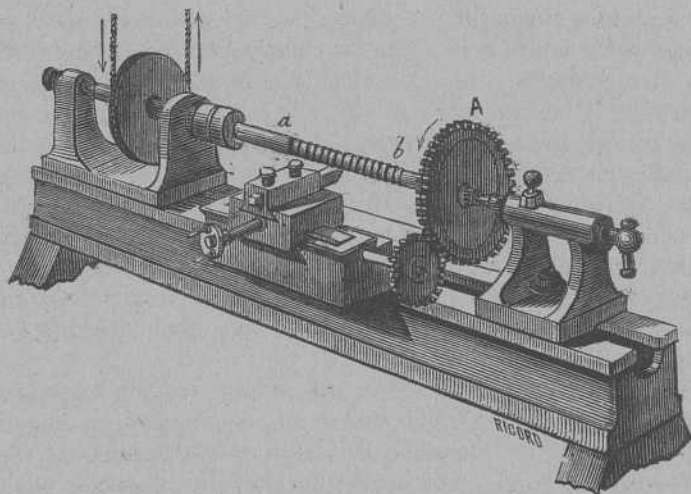


Figura 27

vimientos que más importancia tienen en los trabajos mecánicos, es la que constituye este precioso torno. La figura 27 representa la idea exacta de esta máquina, dispuesta de un modo favorable

para que se comprenda el sistema al primer golpe de vista. Su-pongamos un eje *a b*, colocado en un torno de hierro del modelo ordinario; á un extremo se acopla la rueda dentada A, engranando en otra, fija tambien al eje del soporte del carro, que determina el movimiento lateral del mismo, y por consiguiente, de la herramienta que sustenta; es lógico que, si aproximamos la herramienta al eje que se tornea, bastará que se dé movimiento al torno para que funcione por sí solo. Ahora bien; si los diámetros de las ruedas del engranaje están calculados de modo que resulte un movimiento muy lento para el carro, ciñendo bien la herramienta con el manubrio de su avance, se torneará sencillamente el eje cilíndrico *a b*; pero si, por el contrario, resultase un movimiento más acelerado, entonces la herramienta ejecutaria una hélice sobre dicho eje, hasta constituir un tornillo hecho con más exactitud que con la terraja ó el peine; y hé aquí, pues, el tercer procedimiento para hacer tornillos que dejamos pendiente al ocuparnos de la construccion de estos órganos de máquinas. Por lo tanto, á todo torno cilíndrico debe acompañar una série de estas ruedas de engranajes para acoplarlas combinadamente, segun las velocidades que se deseen.

Los resultados obtenidos con estos tornos son verdaderamente sorprendentes, dada la precision que casi siempre tienen sus ruedas, ejes y demás partes que los constituyen; pero han de estar muy bien cuidados, y por personas peritas, si han de tener una larga vida de buenos servicios. Nuevas combinaciones de engranajes, roscas sin fin, cremalleras y aun correas, determinan movimientos en el otro tornillo que hace avanzar la herramienta, y que se aplican para el caso en que se tornea un cono, esfera ú otros cuerpos de revolucion. Todos estos tornos llevan encima del soporte, montado sobre una armadura, un pequeño depósito de agua que hace caer gota á gota su contenido encima del extremo de la herramienta, para que no se déstemple, como digimos á su tiempo.

Torno de plato.—El torno de plato es como los demás, sin más variante que tener cortado el banco para dar juego á un mandril de mucho diámetro que sirve para fijar en él las ruedas ú otros objetos de gran tamaño que se necesiten tornear. Tambien suelen estar dispuestos estos tornos de otros modos, para no cortar el banco, cosa que no da buen resultado; unas veces el banco está escalonado, y otras los apoyos de las poleas tienen la altura suficiente para que el mandril quede sobre aquel, sin interrumpirle ni aun en su forma; y por fin, tambien el mismo banco se des-

arma por medio de fuertes tornillos, quitándose un trozo del mismo para que coja el plato.

Un buen torno cilíndrico ó mecánico completo tiene su juego de ruedas de engranaje, á fin de ejecutar diversos pasos de hélice para hacer tornillos; otro de mandriles, entre los que deben figurar por lo menos uno de ovalar y otro excéntrico; unos suplementos de hierro para levantar la cabeza y el punto cuando no estén lo suficientemente altos y no permitan la centración de una pieza de mucho diámetro; por último, deberá acompañar al torno una série de *perros* para sujetar las piezas en los mandriles de plato.

Cuando el tornero domine bien su profesion, deberá ejecutar además un mandril de plato de todo el diámetro que permita su torno, es decir, contando con el hueco que suele tener el banco junto á la cabeza, con la parte de este que pueda desarmarse, y aun con el suplemento de la cabeza y del punto que elevan el eje virtual del torno, y de que hemos hecho mencion recientemente. Estos platos se construyen muy fácilmente: bajo un modelo que trazará el tornero, se manda fundir un gran plato, con su reborde cuadrado á manera de filete en la cara posterior, y en su centro una mangueta para ejecutar el paso de rosca con que se ha de unir al eje de la cabeza; despues se disponen varios huecos que, convenientemente espaciados, pero con regularidad, se distribuyan atravesando normalmente todo el grueso del plato. Se tornea despues con calma y precision la rosca con que se ha de ajustar, y se coloca en su sitio; hecho esto, la cuestion queda reducida á tornear el frente bajo un solo plano y el borde de este mandril, cosa que ya sabemos cómo se hace. Al ejecutar la rosca de la mangueta ha debido colocarse el plato con el mayor cuidado, á fin de que su situacion en varias posiciones sea perfectamente vertical, y de este modo, estando el banco bien horizontal, es claro que al tornear luego el frente del plato, no quedarán gruesos desiguales, que seria de muy mal efecto y aun perjudicial para el torno, que, como es sabido, no debe tener nunca momentos de mayor resistencia en su rotacion; últimamente, se labran unas líneas circulares y céntricas en el frente para fijar las posiciones de las diversas séries de taladros, á fin de situar con simetría los *perros* con que se sujetan las piezas que se deseen tornear.

Torno alisador.—La construccion de máquinas de vapor no seria posible sin estos tornos, que tienen por objeto labrar la superficie interior de los cuerpos de bomba, donde actúa el vapor

sobre el émbolo que determina el movimiento. La precision de este trabajo es la única garantía de los buenos resultados que se obtengan en toda máquina de vapor.

La figura 28 da una idea exacta de estos tornos, siendo otras muchas las disposiciones que afectan, pero siempre se verifica el

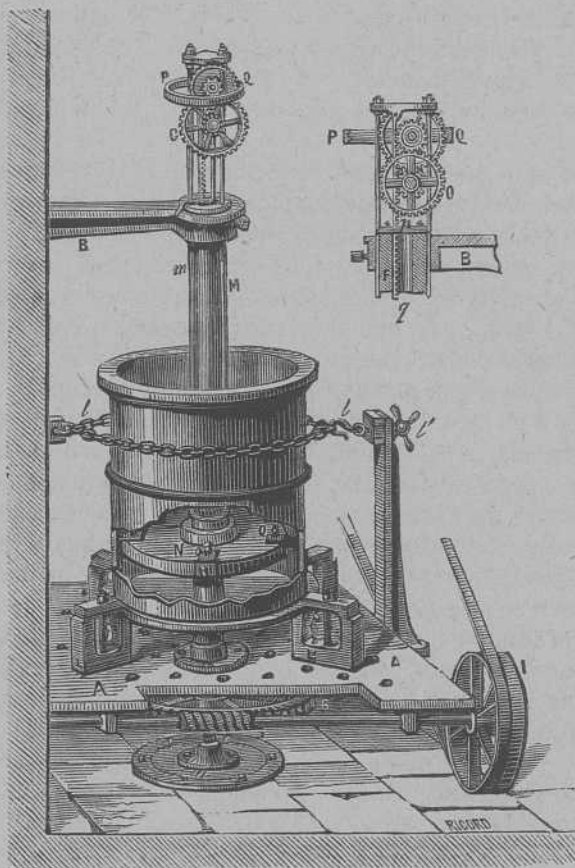


Figura 28

trabajo en sentido vertical, pues si el cilindro que se tornea estuviese colocado horizontalmente, era fácil que su propio peso le ovalase algo, y despues de torneado, al colocarle verticalmente, resultara una imperfeccion, sobre todo si se trata de un cuerpo de bomba de una máquina de la marina, que alcanzan enormes

dimensiones, y por lo tanto, se hace más sensible este inconveniente.

La *máquina-torno* representada en la figura 28 se halla adosada á un muro, de cuya parte superior sale un soporte B con su cojinete, destinado á sostener el eje vertical que sirve de apoyo á la herramienta. Este eje, en su extremo inferior termina en un gorron que gira sobre una quicionera *a*, situada debajo de una placa de fundicion A, colocada al nivel del piso del taller; el eje, al atravesar esta placa, lo hace ajustándose á un soporte *d* unido á ella, y de este modo se aumenta la estabilidad del eje; condicion muy importante si se quiere alisar el cilindro de una sola pasada y sin que las herramientas sufran vibraciones de ninguna especie. Este eje tiene siempre un diámetro excesivo; en la máquina que representa la figura, construida en los talleres de Bitchwiller por los Sres. Stéhelin y Compañía, tiene dicho eje un diámetro de 30 centímetros.

Una rueda de engranaje G, acoplada al eje por debajo de la placa, recibe el movimiento de rotacion por medio de una rosca sin fin I, que á su vez le obtiene por unas poleas y correas del eje motor que atraviere el taller. Como el movimiento de las herramientas ha de ser muy lento, se prefiere esta trasmision de la rosca sin fin, que además es mucho más sencilla que ninguna otra.

El eje central de rotacion mueve en la parte superior dos ruedas dentadas; la rueda de encima (véase el detalle separado de la figura 28) tiene sus dientes engranando en la corona interior de la P Q, que lleva un paso de hélice como una tuerca. Esta última rueda, colocada horizontalmente, está fija al eje central, y por cada vuelta que da, hace avanzar un solo diente á la otra rueda en que engrana. Tan pequeña velocidad se reduce todavía con un piñon que trasmite el movimiento á otra rueda O, que lleva otro piñon para dar un movimiento sumamente pequeño á la cremallera, que eleva las varillas *m* M, por formar un mismo cuerpo con ellas. Dichas varillas arrastran el soporte N que llevan las herramientas *o o* en su periferia á alturas distintas. El movimiento de rotacion que ocasiona el trabajo de las herramientas, combinado con el rectilíneo muy lento que determinan los engranajes de la parte superior de la máquina, producen un resultado admirable; pero es preciso montarla muy bien y prepararla con precision matemática si se quiere alcanzar un excelente trabajo, para lo cual el operario debe estar muy práctico en el manejo de la plomada, el compás y el nivel, para fijar el cuerpo de bomba y

las herramientas con rigurosa exactitud. No descendemos á más detalles para dar á conocer otras circunstancias del mecanismo, por no ser necesarios, dada la claridad del grabado, en que, á mayor abundamiento, se supone roto un trozo del cuerpo de bomba que se alisa, para dejar ver el soporte de las herramientas durante el trabajo.

Torno para hacer engranajes.—Uno de los sistemas más sencillos está representado por la figura 29, y le citamos como ejemplo

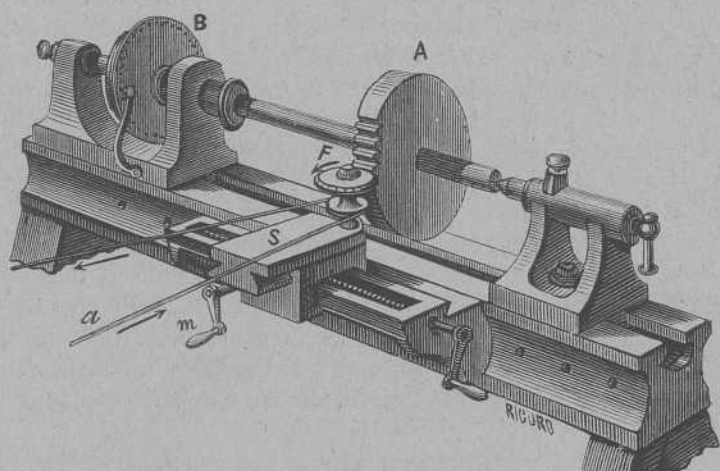


Figura 29

de las aplicaciones que tienen los tornos mecánicos; pues así como en el alisador, la pieza que se tornea permanece fija, siendo la herramienta la que se mueve; variación notable sobre los sistemas ordinarios de tornear; en esta otra máquina se mueve la rueda lentamente, paso á paso, y la herramienta también, pero con una velocidad extraordinaria. Veamos su manera de funcionar: bien torneada la rueda A, se quita la trasmisión con que se labró, no permitiéndola otro movimiento que el determinado por otra rueda B, punteada en su corona, que se hace girar de punto á punto por medio de una palanca C que, movida á mano, fija este paso merced á un estilote que lleva en su extremo, y que se ajusta á los huecos ó puntos referidos.

El soporte S lleva, en vez de una herramienta ordinaria, la *fresa f*, que es como una puela de acero que en su contorno tiene estrías muy vivas, capaces de desgastar el material más duro cuando accionan con una gran velocidad y están bien templadas.

Desde luego dicha fresa es tambien una herramienta; y en este caso, obrando con gran rapidez por medio de otra polea de que es solidaria, la cual lleva una garganta donde se ciñe la cuerda *a*, pronto ejecuta el hueco que separa cada dos dientes, sin más que avanzar el carro del soporte poco á poco, accionando sobre la manivela *m*. Cuando queda terminado un hueco, se retira la herramienta y se hace dar un paso á la rueda A, trasladando el estilete de la palanca C al punto inmediato en la rueda B; y así, siendo estos pasos de los puntos exactamente iguales, tambien resultarán iguales los huecos de los dientes, y la rueda de engranaje quedará muy bien concluida.

Para labrar engranajes hay todavía multitud de sistemas, de los que unos no tienen importancia más que para los relojeros, y otros, más ó menos diferentes en sus detalles, obedecen todos al sistema de la máquina que acabamos de describir. Por lo demás, entre estas las hay que labran los dientes en sentido helizoidal, para lo cual pueden variar las direcciones de la fresa con mecanismos especiales que tienen los soportes, pero repetimos que todas estas modificaciones sólo interesan á los constructores de instrumentos de precision, de cuya especialidad no debemos ocuparnos por no dar grandes proporciones á esta obra.

Como sabemos, aun existen tornos para hacer dibujos muy caprichosos, combinando movimientos que trazan curvas especiales; pero la que más llama la atencion entre todas estas aplicaciones, es el *torno que sirve para copiar en diferentes escalas cualquier objeto*, desde una medalla de relieve, hasta otros cuerpos más complicados. Muchas son las aplicaciones de los tornos, y muchas las variaciones que los constructores introducen en ellos: hay tornos especiales para jablear, abiselar y achaflanar los toneles armados; otros para tornear y abiselar los fondos; á torno se labran las piedras; por el mismo medio obtienen las lentes los ópticos, y hasta los más rústicos alfareros trabajan con una disposicion especial de esta máquina los objetos de su profesion; y, por fin, desde estos sencillos aparatos, toscamente labrados, hasta esos magníficos tornos ingleses y alemanes, cuyos bancos tienen 7 y 8 metros de longitud, con igual carrera para el soporte automático, acompañados, como hemos dicho, de su juego de engranajes para modificar las velocidades del carro con relacion al movimiento del torno, existen multitud de tornos, entre los cuales descuellan dos notabilísimos que se han construido recientemente, y de los cuales vamos á ocuparnos ligeramente, para que el lector tenga una idea de la inmensa

importancia que en nuestros días adquiere la construcción de máquinas.

En los Estados-Unidos, y en las fábricas de South, Boston, Iron, Works, acaban de construir para su prodigioso instrumental dos enormes tornos, que tienen 27 metros de banco. Estos tornos, que son sin duda alguna los mayores del mundo, se dividen en tres partes, de á 9 metros cada una, acopladas perfectamente; estas secciones pesan 30 toneladas métricas, y la cabeza del torno sobre unas 10 toneladas, es decir, casi tanto como cada sección. En resumen: el peso total de estos tornos en fundición, hierro dulce y acero no bajará de 270.000 kilogramos. Los tornos y cepillos en que se han ajustado todas las piezas, eran los mayores que se conocían hasta ponerse en trabajo estos dos monstruos, que honran á la gran industria de la República Norte-americana.

Para terminar lo relativo á los tornos, y como ejemplo de la infinita variedad de sistemas que los caracteriza, vamos á ocuparnos de un sistema nuevo para cambiar la dirección del movimiento del carro en los tornos mecánicos.

Torno de M. Moll.—En los Estados-Unidos de América ha tomado privilegio de invención el citado mecánico por un procedimiento muy ingenioso para obtener en el arrastre del carro que lleva el soporte las tres circunstancias que pueda exigir el trabajo más perfecto.

Hasta el día, el tornero sólo podía, con los sistemas ordinarios, hacer marchar el carro en una sola dirección, y cuando deseaba cambiarla, le era preciso alterar la combinación de engranajes y paralizar el trabajo durante el largo tiempo que exige esta operación, por lo que generalmente, siempre que se tornea, se efectúa en una sola dirección, marchando el carro desde la cabeza al punto, y cuando se termina la pieza y hay que dar una nueva pasada, es preciso parar el torno, retirar la herramienta, desembragar el engranaje, y, arrastrando el carro á mano, por medio de una rosca *sin fin*, volverle á situar en el punto de partida; en seguida hay que aproximar la herramienta de nuevo, verificar el embrague, y, finalmente, poner en movimiento el torno. Todas estas operaciones se economizan con el nuevo sistema que vamos á explicar.

El embrague y desembrague de la transmisión del movimiento á la rosca sin fin que conduce el carro, se hacen por medio de una palanca movida á mano, como se mueve el *peine* de los tornos cilíndricos ordinarios (véase la figura 30). Cuando dicha pa-

lanca está fija en la entalladura núm. 1 de la figura 1, el piñon A (véanse los detalles figuras 2 y 3) es el que da el movimiento á la rueda dentada que, estando fija á la roscá del eje sin fin, arrastra al carro en una direccion dada, con la velocidad que determine la relacion de los engranajes colocados ex profeso para cada casc.

Si se saca la palanca y se lleva á la entalladura superior número 3, las palancas articuladas que la unen á los piñones mue-

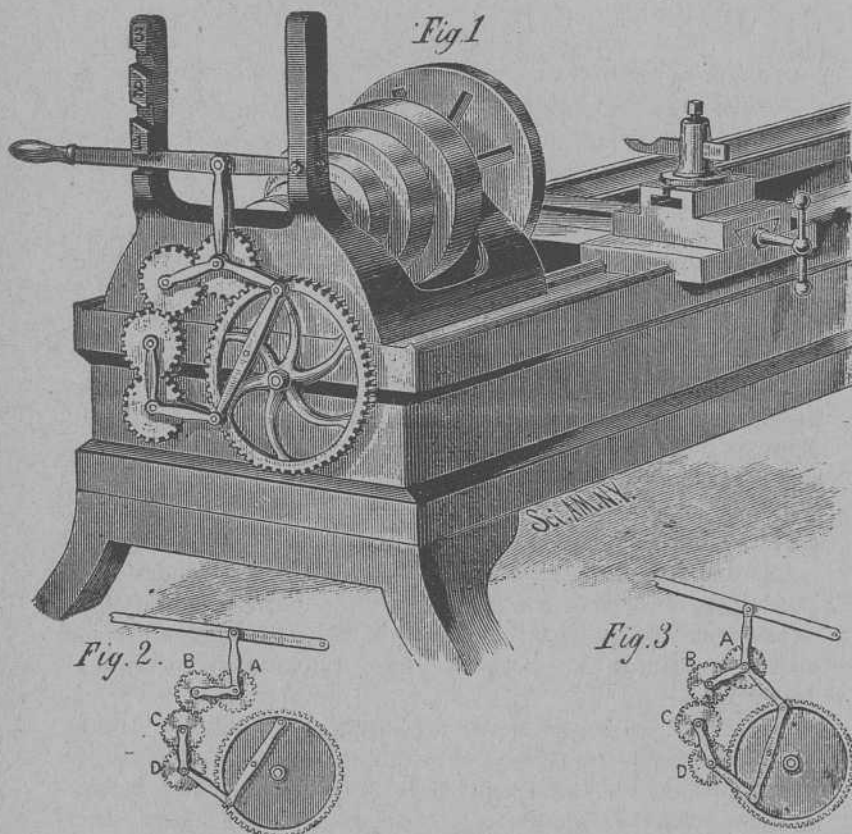


Figura 30

ven los A y D alrededor de los centros fijos de B y C; entonces el piñon D es el que actúa sobre la rueda del carro y le da un movimiento contrario al anterior. Este caso se halla expresado en el detalle figura 3.

Por último, si la palanca se sitúa en la entalladura núm. 2 de

la figura 1, los piñones toman una posición intermedia, y, como se manifiesta en el detalle figura 2, ninguno engrana con la rueda principal, convirtiéndose el torno mecánico en uno de los más sencillos de soporte fijo, tal como sucede cuando se actúa para ello sobre el peine en los tornos cilíndricos ordinarios. Después de esto se ve con cuánta sencillez ha resuelto el inventor los cambios de movimiento y la seguridad de la herramienta, realizándose las tres circunstancias á que nos referíamos anteriormente.

Máquinas de cepillar

Por la conexión que tiene el cepillado de los metales con el trabajo á torno, vamos á ocuparnos de las máquinas de cepillar en general, y con algun detenimiento de cuanto se refiere á su manejo y medios de realizar este trabajo.

Cuanto hemos dicho respecto á la infinita variedad de tornos, podemos repetir aquí con referencia á las máquinas de cepillar; nada más complejo que la serie indefinida de sistemas y modificaciones que ha sufrido tan importante máquina, y sin embargo, todas ellas en general se apoyan en el mismo principio.

Las máquinas de cepillar podemos clasificarlas en dos tipos distintos, segun se verifique el movimiento que realiza el trabajo. En unas es la herramienta la que, merced á un excéntrico, está dotada del movimiento de vaiven que es preciso en esta labor; y en otras, por el contrario, la herramienta permanece fija y la pieza que se cepilla se mueve para conseguir el mismo fin.

Las del primer sistema constituyen, por regla general, una parte integrante del instrumental propio del ajustador; su objeto consiste en rebajar algun grueso de piezas pequeñas, por lo que se han clasificado estas máquinas bajo el nombre de *tornillos limadores*.

Respecto á las segundas, debemos ocuparnos con más interés, porque realmente su trabajo se asimila mejor al del tornero. En efecto; como en el torno, aquí es la pieza la que se mueve, permaneciendo fija la herramienta; y así como en los tornos sencillos se corre á mano esta de un lado á otro, y en los más complicados por medio de una combinación de engranajes, en los cepillos sucede lo mismo.

Pasemos, pues, á explicar el principio fundamental del cepillo mecánico (véase la figura 31).

Estas máquinas consisten casi siempre en un tren ó carro A, que resbala alternativamente en un solo sentido; encima, sobre

unos apoyos, se encuentra el soporte S, que tiene su movimiento de traslación en sentido transversal, merced á una rosca movida por el manubrio *a*; la herramienta se hace descender sobre el carro, con su tornillo y manivela C correspondiente, segun se ve

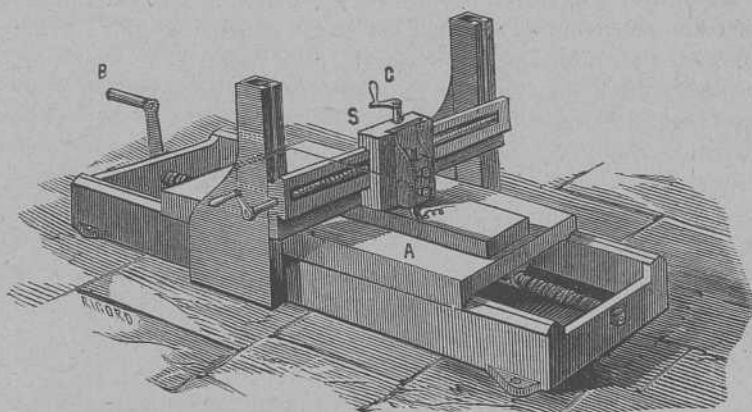


Figura 31

en el soporte, y de este modo se consiguen los tres movimientos que son precisos en esta labor: dos rectilíneos y horizontales en ángulo recto, y uno de descenso para la herramienta. Ahora bien; si el plano del carro es perfectamente horizontal, y el eje del tornillo que conduce el soporte S es paralelo á dicho plano, no cabe duda de que la herramienta labrará en cada pasada un plano horizontal y perfecto; es claro que á cada vez que pase la herramienta labrando una línea, es preciso mover el manubrio *a*, para que á la siguiente labre otra contigua, y así sucesivamente, á fin de que, unidas todas, consigan rebajar y aplanar la superficie segun se desee. En cuanto al movimiento alternativo, se logra moviendo con el manubrio B la rosca á él acoplada, la cual, haciéndole girar en un sentido, arrastrará al carro en una dirección hasta que llegue á su límite, en cuyo caso se cambia al contrario el movimiento del mismo manubrio, volviendo entonces el carro en la otra dirección, obteniéndose así el movimiento de vaiven que es necesario en estas máquinas.

Hemos adoptado la figura 31, que manifiesta este trabajo mecánico reducido á la más sencilla expresión, para hacer su estudio más asequible al lector; pero se comprende que, merced á diversas combinaciones de engranajes y escapes, se logra hacer automáticos los movimientos del carro y del soporte, con sus

cambios respectivos y limitaciones que se deseen, quedando para ejecutarse á mano el que hace descender la herramienta por medio del manubrio C, único movimiento que está independiente en casi todos los cepillos mecánicos.

El cambio de marcha en el tornillo central para arrastrar el carro en diverso sentido es muy ingenioso: generalmente consiste en un escape que lleva la correa de una polea á otra, las cuales ponen en accion unos engranajes que producen movimientos invertidos. En cuanto á la marcha del soporte que conduce la herramienta, se consigue por medio de una uña que, moviendo el tornillo en un sentido, ocasiona el mismo efecto que si se diese vueltas al manubrio *a* (figura 31). Los sistemas son infinitos, pero con el principio fundamental en que están basados todos ellos, segun le hemos dado á conocer, es suficiente para que cualquiera se dé cuenta del mecanismo de una máquina de cepillar determinada.

PRINCIPIOS GENERALES PARA EL MANEJO DE LA MÁQUINA DE CEPILLAR

Cuando es preciso labrar un plano en una pieza de hierro forjado, acero ó fundicion, se recurre á estas máquinas, teniendo en cuenta los principios siguientes:

La herramienta se afila como para el torno, debiendo conducirse en sentido normal á la superficie que se labra, y para ello el soporte está dispuesto de modo que puede afectar diversas inclinaciones. Pero fijémonos en el caso, que ordinariamente ocurre, de labrar las superficies planas de una plancha de hierro más ó menos gruesa.

El tablero que constituye el carro del cepillo está lleno de canales en forma de T invertida; de modo que presentándose angostas en la parte exterior, se ensanchan más abajo lo suficiente para sujetar la cabeza de un tornillo que sirve en este trabajo para fijar la pieza que se trata de cepillar; es decir, lo mismo que los perros en los mandriles de plato, que, segun digimos, se empleaban para sujetar las piezas en el torno.

Cuando la plancha que se desea cepillar es delgada, de menos espesor que un centímetro, por ejemplo, es conveniente dejarla unas orejas para cogerla por todo su grueso, pues es difícil afianzarla bien por los costados, aunque se opriman fuertemente; es fuerza de que no se puede abusar, pues se levantaria la chapa por el medio, ocasionando una alteracion en su forma que, por insen-

sible que fuese, dejaria imperfecto el plano que se desea obtener. Sujeta la plancha al carro, se prepara la herramienta, fijándola al soporte, que deberá situarse verticalmente, con algunos milímetros hácia fuera de la arista por donde ha de empezarse la labor. En seguida se baja la herramienta lo preciso segun la carga que se necesite rebajar, y se pone en movimiento la máquina, la cual no trabajará hasta despues de varias pasadas, en que, atacando la primera arista de la placa en toda su extension, empieza la labor. Hasta que no se termine el plano no conviene parar la máquina, pues la menor alteracion en la marcha ocasiona estrías que cuando menos afean el trabajo, sobre todo al ejecutarse la última pasada para afinar. En los cepillos automáticos, el operario no hace más que vigilar el trabajo, que como sabemos se verifica por sí mismo, y únicamente se limitará á limpiar con una escobita de vez en cuando la viruta del hierro que quede sobre la plancha, y á humedecer con una esponja la herramienta para que no se destemple. Esta última precaucion se verifica cuando se trabaja sobre hierro forjado ó acero, pues si la placa es de fundicion, no deben emplearse aguas ni grasas de ninguna especie; es decir, que se observarán las mismas reglas que para tornejar y taladrar estos materiales.

El operario debe tener un medio seguro de conocer la regularidad de su trabajo, y al efecto hay un aparato ó útil sencillísimo, pero que es eficaz para el caso.

Con el nombre de *bramil* se hace una aplicacion de este útil, tan conocido en carpinteria, del modo siguiente: sobre una peana de hierro aplanada, ya sea cuadrada ó redonda, de unos 5 centímetros de lado ó diámetro, por un grueso de 2 centímetros, se levanta en su centro una varilla de acero, de 6 ú 8 milímetros de diámetro, á la cual se ajusta un cubo de hierro de 3 centímetros de lado, poco más ó menos, con su correspondiente tornillo de presion para fijarle en el punto que se quiera. Este cubo lleva un taladro en sentido perpendicular al primero, por donde le atraviesa otra varilla terminada en una punta, que sirve para fijar alturas bajando ó subiendlo el cubo. Es claro que, tomada una altura sobre el carro, pueden comprobarse todas las que deban ser iguales á ella, sin más que sentar bien la base del bramil sobre el carro de la máquina de cepillar. De esta manera se logra comprobar con exactitud la marcha regular del trabajo.

Las máquinas de cepillar son herramientas muy delicadas, y si han de alcanzar larga vida, deben ser manejadas por operarios hábiles y de conciencia. En primer lugar, los cimientos de estas

máquinas estarán bien firmes, pues como han de sufrir las trepidaciones naturales de los cambios de movimiento del carro, se conmoverían al poco tiempo, variando la posición del mecanismo, con gran perjuicio de la máquina. Más adelante, al tratar sobre la instalación de los tornos, nos ocuparemos de los medios que se conocen para ejecutar un buen cimientó. Es indispensable que las máquinas de cepillar se fijen de modo que el carro quede en posición rigurosamente horizontal, pues de no ser así, trabajará más sobre una corredera, desnivelándose en poco tiempo, hasta inutilizarse la máquina por completo.

Máquinas de fresar

Una variante del torno son estas máquinas, cuyo carácter esencial consiste en que la herramienta gira por medio del eje de un torno cualquiera; y en cuanto á la pieza que se va á labrar, permanece fija, conducida por el soporte, á fin de que sobre ella actúe la herramienta móvil. Esta herramienta recibe el nombre genérico de *fresa*, siendo de infinitas formas, según la labor que se pretenda ejecutar.

Generalmente se emplea este procedimiento para trabajos especiales, pues no constituye un sistema general de torneear; por ejemplo, cuando se hacen los machos para las terrajas de cojinetes, sabemos que es preciso labrar unas estrías á lo largo de los tornillos que los forman, á fin de que resulten cantos vivos, capaces de herir el metal y ejecutar las tuercas; pues bien, estas canales ó estrías se labran con una fresa, que es una pieza de acero circular de 2 ó 3 centímetros de diámetro, por 5 milímetros de grueso, redondeada en su canto, y al que se hace una serie de dientes en un mismo sentido, pero abrazando todo el grueso. Estos dientes se trazan con el mayor cuidado, y se ejecutan á mano con limas, medias cañas de las llamadas de aguja ó poco mayores, y que tengan escaso bombeo para que penetren mejor. Hecho esto, se temple la fresa á toda agua, se monta en el torno, se pone en movimiento á favor de la dirección de los dientes para que labren mejor, y el macho se sujeta al soporte, que se asemeja á un tornillo; ahora bien, dando movimiento al torno, al mismo tiempo que se aproxima el soporte, queda hecha la canal semicircular que se necesita.

— Cuando nos ocupábamos del torno para hacer engranajes, citábamos la fresa *f* (figura 29), que, á diferencia de la anterior, no está

movida directamente por el eje del torno, pero en su esencia es el mismo procedimiento.

Las fresas tienen infinitas aplicaciones, y entre otras, sirven para hacer taladros especiales, con resaltos fijos y determinados, que primero se ejecutan con brocas ordinarias de diámetros algo menores, y despues se agrandan y ajustan perfectamente con las fresas hechas exprofeso. Estas fresas son de acero, seisavadas ú ochavadas, con los cantos muy vivos, y templadas á toda agua. Con fresas hechas de este modo se ajustan las recámaras de los fusiles Remington que, como es sabido, han de tener un filete donde se aloja el reborde del cartucho, un hueco para el cuerpo mayor del mismo, y por fin, otro menor para el de la bala, que se angosta sensiblemente.

Las fresas son herramientas dificiles de hacer, por lo que es preciso encargarlas á obreros muy aventajados que sean torneros y ajustadores á la vez, supuesto que toda fresa se debe tornear primero y despues se replantean las estrías, dientes ú ochavas ejecutándose á lima con la mayor precision. Para ejecutar una fresa convenientemente, se tendrá en cuenta que si el material sobre que ha de actuar es muy duro, los dientes serán poco pronunciados y de un corte casi recto, y por el contrario, á medida que el material sea más blando, más deben aguzarse los dientes de la fresa, y mayor velocidad se puede dar á la herramienta.

Medios de disponer y conservar las correas

La trasmision por medio de correas es, segun sabemos, la más generalizada y económica de todas las conocidas; por lo tanto, conviene que hagamos sobre ella algunas indicaciones muy útiles al tornero.

Se sabe por experiencia que las correas de trasmision producen mejor efecto cuando son horizontales y largas, que cuando son verticales y cortas; además, si las correas son cortas, necesitan más tension que si fuesen largas, pues en este caso el peso de la correa ayuda mucho á su mejor efecto, en el caso, por supuesto, de que trabaje con una ligera inclinacion horizontal. Estas ventajas no deben perderse de vista por cuanto que se sabe cuán grande es el deterioro que sufren las correas siempre que se ponen muy tirantes.

Si se dispone demasiado larga la trasmision, llega á un límite en que produce cierta flexion, originándose un movimiento vibratorio perjudicial á la máquina á que se aplica, pues tal disposi-

cion ocasiona grandes rozamientos del eje sobre los soportes. En virtud de todo lo referido, se desprende, como consecuencia natural, la conveniencia de que las correas jueguen libremente en las poleas, tanto para que se facilite su paso de las acopladas á las locas, cuanto porque así no hay tensiones excesivas que rasguen los taladros del empalme ni deterioren rápidamente los cojinetes de bronce que llevan los soportes del torno y de la trasmision.

Es regla general para la buena instalacion de las correas, el colocarlas con la cara del grano hácia las poleas, pues repetidas experiencias han demostrado que de esta manera tiran un 30 por 100 más que cuando obran por el lado de la carne. Ha de tenerse muy en cuenta esta circunstancia para cuando se ejecuten los empalmes de las correas; cuando precisa hacerlas dobles para su mayor resistencia, se encargará tambien al guarnicionero que las sobreponga del lado de la carne.

Si las poleas son de madera, ó están forradas de cuero, duran más las correas que actúan sobre ellas; en tal caso pueden quedar algo más flojas, y de este modo se aumenta más su duracion, que llega á 25 por 100 más que de ordinario.

Las correas deben estar protegidas de toda humedad, y hasta del mismo vapor perdido por las válvulas y cajas de la máquina motora. Pero si funcionasen en sitios húmedos por necesidad, se buscarian correas impermeables, que se expenden preparadas al efecto.

El tornero mismo, ó el maquinista del motor en los pequeños talleres, ó tambien el encargado de las trasmisiones que se nombra en las grandes fábricas, deben cuidar mucho las correas, por cuanto que son objetos de algun valor; en primer lugar, cada cuatro meses se lavarán con jabon y agua caliente, y se untarán despues con aceite de castor, que si están algo húmedas todavía le absorberán rápidamente. Este aceite tiene la ventaja de ser un repulsi-vo de las ratas, que, como es sabido, atacan el cuero con gran predileccion, pero basta el olor de este aceite para librarlas de semejante contratiempo.

Cuando se pone una correa nueva, debe colocarse un poco tirante, tanto cuanto permita el movimiento de la máquina, y á medida que va aflojándose y perdiendo su rigidez primitiva, se aumenta la tension convenientemente; al efecto se dejan sueltos los cabos de cuero con que se hacen los cosidos. Es claro que esta precaucion puede tenerse en cuenta sólo en el caso en que dichos empalmes se hagan con su mismo material, pues cuando se verifiquen con redoblones, entonces no puede prevenirse, puesto que

su colocacion es siempre definitiva; causa, entre otras, que relega este sistema de uniones tan sólo para las grandes correas de los motores de mucha potencia. De todos modos, el empalme ha de ir siempre en direccion del movimiento de las poleas y no en sentido contrario, y así no encontrarán tropiezos en su marcha.

Para quitar el enmohecimiento que suelen criar las correas cuando no se ha tenido cuidado de preservarlas de la humedad, se frotran con aceite de trementina sencillamente.

Cuando se taladra una correa para hacer las uniones, se emplea un punzon oval, poniendo el diámetro mayor de la herramienta en sentido de la longitud de la correa, de manera que se corte lo menos posible de su seccion transversal. El empalme deberá hacerse cosiendo primero en el centro de la correa, teniendo cuidado de mantener las extremidades paralelas y en seccion recta, y apretando las puntadas con igual fuerza por ambos lados. Estas costuras no deben cruzarse por la parte de la correa que haya de ir en contacto con la polea. Las tiras de cuero delgadas, fuertes y de buen material, son las únicas que deben usarse para las uniones; toda economía en este punto será mal entendida, puesto que si se rompen en cualquier puntada, se desbarata todo el empalme, y hay que parar el trabajo de una ó varias máquinas durante media hora cuando menos. Estas tiras son conocidas en el comercio con el nombre de *abujetas*.

Cuando se instalan varias máquinas en un obrador, conviene colocarlas de modo que las transmisiones trabajen alternativamente á uno y otro lado del árbol general del taller que ha de moverlas; con esta disposicion resulta un alivio para los soportes, que no tendrian en el caso contrario en que, colocadas á un mismo lado, tirasen todas del árbol en igual sentido.

Hay un nuevo sistema de correas para transmisiones, que, segun parece, producen excelentes resultados y aun resultan más económicas. Constituyen estas una pasta de goma elástica especial, inventada en Inglaterra.

Otra novedad que está produciendo excelentes resultados en el cosido de las correas consiste en un enlace sencillísimo, dispuesto del modo siguiente: Se toman los bordes de las correas (figura 32), y se juntan como en A; en seguida se hacen tres ó más taladros, segun sea el ancho de la correa, de forma longitudinal *b*, por los que se pasa unas grapas metálicas de doble T, como se expresa en *a*, y, habiendo entrado de canto, se las da un cuarto de vuelta, y sin más, queda hecha la union. Segun sea el grueso de las correas, así será la distancia que tengan las grapas entre sus cabezas.

Este sistema, á lo que parece, está produciendo excelentes resultados. Desde luego que las uniones deben hacerse de modo que los labios salientes de las mismas queden al exterior de sus con-

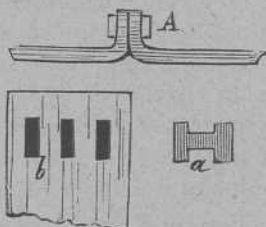


Figura 32

tactos con las poleas, pues de otro modo, el estorbo natural que ocasionarian al pasar por estas haria impracticable el procedimiento.

Instalacion, reconocimiento y conservacion de un torno

La instalacion y reconocimiento de un torno, como de toda máquina, debe sujetarse á ciertas reglas generales y particulares, que vamos á exponer sucintamente.

Ante todo es preciso montar el torno de manera que quede fijo al piso del taller, pero con toda solidez, á fin de que no se sientan las trepidaciones naturales de esta máquina en movimiento.

Cuando el torno es de pequeñas dimensiones y de hierro, los piés del banco tendrán unos rebordes taladrados, por donde han de pasar los tornillos que les fijen al piso invariablemente. Si el suelo estuviese entarimado ó con baldosa, se buscarán los ristrelles, y sobre ellos se colocarán dichos tornillos. En el caso contrario, cuando el piso es de tierra y no existiesen maderos donde fijar el banco, no hay más remedio que empotrar en el suelo un grueso madero, ó si la instalacion quiere hacerse mejor, una pesada losa bien cimentada.

Desde luego aconsejamos al tornero que entarime siempre su taller, pues la baldosa se rompe mucho, tanto por el exceso de movimiento que existe en todo obrador, como por las continuas caidas de herramientas y otros objetos pesados. Tampoco conviene dejar el piso de tierra, como se hace en los talleres de forja ó fundicion, en que es indispensable evitar toda causa de incendio; aquí, sobre que no existe semejante peligro, se debe prevenir, por el contrario, el mucho polvo que se forma con los pisos de tierra, que ensuciarian el aceite con que se engrasan los tornos, provo-

cando desgastes que destruirían más pronto estas máquinas-herramientas; además, como el obrero se mueve poco ante esta máquina, actuando casi siempre en el mismo sitio, concluiría por hacer un hoyo lleno de polvo próximo á la herramienta, que agravaría más este inconveniente.

Los bancos de madera se fijan de igual modo, es decir, buscando los maderos del suelo ó las maestras del entarimado, y con gruesos tornillos se sujetan á ellos las zancas del banco, que deberán ser todo lo más largas posible, para que además queden bien empotradas, y aun ensambladas si es posible, dando así mayor estabilidad al torno.

En cuanto á los pesados tornos de hierro, de plato ó de gran extension, requiere hacer obras de cimiento, segun vamos á exponer. Ante todo se empezará por abrir un foso del ancho y largo del torno que se trate de instalar, y de una profundidad tal que permita contener las obras siguientes: hallado el firme del suelo, se apisona bien, y sobre él se extiende una capa de *hormigon*, compuesto de mezcla de cal con arena y trozos de ladrillos recochos, que llaman *santos* los tejeros, y que no deben pasar de 4 á 5 centímetros los de mayor tamaño; nivelado el terreno y esta primera capa de hormigon, que deberá ser de 3 ó 4 decímetros de espesor, se pondrán 3 ó 4 hiladas de berdegado de ladrillo recocho entrelazadas, y recibidas con mezcla de cal, y despues se procederá á colocar las losas ó sillares que han de servir para el asiento definitivo de la máquina. Antes de colocar las piedras, deberán hacerse en ellas los taladros para fijar los tornillos. Conviene que estos tornillos atraviesen todo el grueso del sillar, pues así los ajustes se fijan mejor y con más fuerza; cuando no se pueda hacer esto, se abren cajas en la piedra, más estrechas de boca que de fondo, y disponiendo las colas de los tornillos en forma dentada y abierta, se reciben despues con plomo derretido, y de este modo queda bien fija la máquina.

Para colocar los sillares se emplea tambien la mezcla de cal y arena, haciendo uso del nivel para que se sienten horizontalmente. Hecho esto, se colocan los piés del torno encima de estos sillares, haciendo entrar los tornillos en sus orejas correspondientes, y cuidando desde luego de que no lleven otros sobrepesos que la bancada; de esta manera no se embarazará una operacion que debe ser dirigida con toda calma y exactitud, á fin de evitar roturas y lesiones; al efecto se desmontarán todas las piezas anejas, no dejando más que el esqueleto de la bancada. En seguida se pondrán las tuercas, y antes de apretarlas se colocará el

nivel sobre el banco y se corregirá cualquier inclinacion con cuñas de hierro, apretando poco á poco hasta que se ciñan perfectamente tuercas y cuñas, y quede bien horizontal el tablero por donde ha de correr el carro y el punto. Despues, con los años, se enmohecen los ajustes de los tornillos, apretándose más y más, hasta el extremo de que, no obedeciendo las tuercas á las llaves, es preciso muchas veces saltar á cortafrio estos tornillos en el caso de querer levantar el torno. Despues se monta la cabeza, las ruedas y demás partes del torno con arreglo á los planos y dibujos que acompañan á las facturas de venta, donde se expresan numeradas todas las piezas.

Para reconocer un torno es necesario ante todo examinar si hay holguras ó malos ajustes en sus piezas; todas las partes que deben estar fijas han de hallarse acopladas con firmeza, de modo que no permitan cabeceos ni vaivenes en sus espigas ó gorriones; por otra parte, todos los ejes han de girar horizontalmente, para cuyo reconocimiento podrá emplear el tornero un nivel de aire que así se lo indique. Todas las ruedas, mandriles y cuantas piezas constituyen accesorios del torno son de hierro fundido, y únicamente los puntos son de acero, pues son sitios de mayor desgaste, y por lo tanto, han de tener más resistencia. Cuando los bancos son de madera, generalmente se hacen de gruesos tablonnes de pino, cuidando de que las espigas tengan mucha tabla, ajustándolas bien para que no resulten holguras por causa de las trepidaciones continuas del mecanismo. Pero los bancos de madera van cayendo en desuso, y si acaso el tablero de encima se hace de este material, siendo los piés casi siempre de fundicion.

Los mandriles de plato es preciso que giren en un mismo plano vertical, y al efecto se comprobará esta circunstancia siempre que se adquiriera un torno. El medio más seguro consiste en montar un yeso en el carro en vez de la herramienta, y acercarle al plato hasta que lo toque sensiblemente; en seguida se da una vuelta al torno, y es claro que si el yeso señala una circunferencia cerrada y de igual intensidad, el mandril estará bien construido; pero si, por el contrario, la línea tiene interrupciones ó no cerrase, semejantes circunstancias acusarán gravisimos defectos que, si provienen del plato y no del eje, del mal en menos, pues cepillando este en una buena máquina, se podrá corregir el defecto, pero si la causa estuviese en alguna inclinacion del eje, el torno debe ser desechado por mal construido é inútil para todo servicio.

Los diferentes ajustes del torno han de estar bien ceñidos, sin holguras de ninguna especie. En los tornos viejos, y más que

todo, mal cuidados, suelen tener desgastes en los gorriones, que pronto los debilitan, produciendo oscilaciones del peor efecto; suele remediarse este inconveniente torneando de nuevo estos gorriones, y poniendo unos casquillos de laton que suplan la falta; pero lo mejor es no haber dado lugar á tan grave contratiempo, que se evita engrasando con frecuencia la máquina. Conviene que nos fijemos detenidamente en este peligro comun á todo mecanismo. Los soportes de cualquier máquina llevan un conducto que, atravesándolos, alcanza al mismo eje, presentando al exterior una cavidad mayor ó menor donde se deposita el aceite para la lubricacion continua del gorron; pues bien, ocurre con frecuencia el que estos conductos se obstruyan con el polvo del taller, formando una especie de tapon que cierra herméticamente la entrada de la grasa, sobreviniendo inmediatamente el peligro que se trata de prevenir, y cuyos efectos se hacen sensibles en muy poco tiempo. Por lo tanto, el tornero debe examinar su torno con frecuencia, introduciendo un alambre por los conductos del aceite para cerciorarse si están expeditos, y lo mejor será que cuando sus entradas sean bastante capaces y constituyan una parte saliente, se les hagan sus tapas de hoja de lata bien ajustadas, que impidan la caída del polvo ni ningun otro cuerpo extraño; en el caso de que estas entradas sean de poca amplitud, se coloca en ellas un embudo de pequeñas dimensiones, hecho de hoja de lata, y bien ajustado, con su tapa correspondiente; de todos modos, se debe poner una torcida de algodón que retenga la grasa convenientemente.

En general, una de las prevenciones que el tornero ha de tener presente para la conservacion de su máquina-herramienta es la limpieza y el engrase, no sólo de las muñequillas de las poleas, sino de todos los tornillos, ya pertenezcan al torno propiamente dicho, ó á cualquiera de sus accesorios.

La colocacion de un torno respecto á la luz debe ser de tal modo, que la reciba de frente por medio de una ancha ventana, algo más alta que la línea de sus puntos. A medida que el torno tiene más importancia, debe dejarse mayor espacio alrededor, separándolos de la pared medio metro, cuando menos, en los más sencillos de carpintero, y de este modo quedará el trecho necesario para su limpieza y exámen; pero en los grandes tornos es preciso dejar mayores desahogos, para volver las grandes piezas con comodidad. Suelen necesitar estos tornos poleas y aun trócolas de gran potencia, suspendidas fuertemente del techo, para colocar ejes, ruedas, columnas y otros objetos de mucho peso que se deben manejar con estos mecanismos, y nunca por el esfuerzo

combinado de varios hombres, siempre expuesto á averías, que deben evitarse en estas máquinas tan delicadas, donde un golpe cualquiera puede inutilizarlas, ó cuando menos, causarlas desarreglos de difícil reparacion.

Por último, cuando se examine un torno, aparte de adquirir la certeza, según digimos, de que los puntos sean de acero de la mejor calidad y con buen temple, precisa reconocer perfectamente si están bien ajustados, de modo que no oscilen aun sometién-dolos á los mayores esfuerzos.

Con estas precauciones se instala, reconoce y conserva un torno, debiendo prevenir al operario su más exacta observancia, pues cualquier descuido puede malograr una máquina, de las que algunas representan un capital hasta de 15.000 pesetas, precio que alcanzan los poderosos tornos que se emplean en los grandes talleres de construccion y reparacion del material móvil de ferro-car-riles, donde se necesitan generalmente para tornear ruedas de locomotoras.

Trabajos accesorios del tornero

Muchos son los trabajos accesorios del tornero, tanto de metales como de maderas, y por lo tanto, seria tarea interminable el ocuparnos de todos ellos, pues un tornero de madera debe ser carpintero y ebanista si ha de ejecutar obras completas de torno, ó cuando menos, ha de tener una idea completa de ambos oficios para trabajar con criterio en el suyo. Cuando el tornero se dedica á metales, todavía se complica más su ejercicio, pues ha de conocer la calidad de la infinidad de materiales que indistintamente puede emplear; asimismo es indispensable que sea un buen ajustador, y sobre todo, que tenga un concepto claro de la aplicacion que tienen las diferentes piezas de los órganos de máquinas; por lo tanto, es imposible comprender en esta pequeña Guía todo lo que constituye la multitud de profesiones que ha de abarcar el tornero; pero como quiera que hay trabajos especiales que no están comprendidos en los oficios citados y que son de aplicacion creciente en la industria moderna, creemos muy del caso dar á conocer los más principales en orden á su importancia, tanto más cuanto que no los suelen citar los más modernos Manuales.

AJUSTAR AROS.—Las ruedas de toda clase de vía férrea suelen llevar un aro, llamado *bandaje*, que se ajusta fuertemente á ellas. Esta disposicion obedece á la necesidad de que sean de acero las superficies que han de actuar sobre los carriles. Pero la particularidad

esencial de ellas consiste en que el ajuste se haga con toda la presión posible, pues de este modo queda consolidado el conjunto como si fuera de una sola pieza. Al efecto se aprovecha el constructor de un principio físico, casi general á todos los cuerpos (por cuanto que sólo en dos casos se contradice), y que enuncia la ciencia con esta conocida frase: *el calor dilata los cuerpos*. Por lo tanto, basta forjar el aro un poco más pequeño, y darle una calda que le ponga de color de hígado á todo él para que se dilate, y en caliente se introduce en la rueda, para que una vez frío, resulte fuertemente ceñido, hasta el extremo de que antes de salirse se suelen romper, resistiendo así los mayores esfuerzos ó golpes. Conviene no calentar demasiado estos aros, pues siendo de acero, es sabido que pierden sus condiciones de tal, malográndose para el fin que se destinen; basta, en cualquier caso, calentarlos al *rojo cereza* á lo más. Estos aros se forjan y tornean interiormente lo mismo que la llanta en que han de ajustarse, dejándolos un par de milímetros de menos diámetro para el apriete; pero advirtiéndole que segun sea este diámetro, y la calidad y grueso del aro, así se alterará esta dimension, segun la experiencia, pero siempre á las reglas siguientes: á medida que el diámetro de la rueda es mayor, más podrá disminuir el del aro, y por el contrario, cuanto más grueso sea el bandaje, menos puede abusarse de esta disminucion.

Ajustado el aro, se suele consolidar mejor la union poniendo varios clavos que atraviesen la llanta y el bandaje, los que se aprietan á martillo, limándolos bien para que despues al torno se alisen y disimulen suficientemente.

Cuando, por el contrario, sea preciso quitar un bandaje, ante todo se debe calentar el aro por su superficie. Unas veces se caldea en una fragua dando vueltas á la rueda, y despues, dando golpes con el martillo, suele sacarse algunas veces, pero otras muchas se rompe el bandaje antes que salir de su sitio. Este sistema no es bueno por dos razones: la primera, porque en la fragua no se calientan bien los aros con la igualdad que necesita el caso; y la segunda, porque como al calentar el aro se calienta tambien la rueda, sucede que ambas partes se dilatan lo mismo, y el ajuste queda permanente. Por lo tanto, precisa calentar sólo el aro, independientemente de la rueda, y para lograrlo existen aparatos especiales, como por ejemplo, los que se emplean en los talleres de reparacion de material en los ferro-carriles, donde se colocan las ruedas horizontalmente en un hoyo del terreno, en donde sobre el aro actúan tres pequeñas fraguas, con sus toberas corres-

pondientes, que encendidas, van caldeando el aro á medida que se hace cambiar la posicion de la rueda por medio de una grúa. De este modo salen por sí mismos algunos bandajes, que se romperian si á golpe y con un caldeo imperfecto se pretendiera sacarlos. Antes de esta operacion, procede extraer los redoblones ó clavos que para mayor seguridad hemos dicho que atraviesan la llanta y bandaje de las ruedas. Estos redoblones tienen su cabeza por la parte de adentro, que se rompe con un cortafrio á martillo, y como están abocardados los taladros al exterior, una vez rota la cabeza con un punzon y á golpe tambien, en seguida sale el clavo con la mayor facilidad.

CALAR EJES.—Cuando el eje de una rueda de hierro deba aco- plarse para que forme con ella una sola pieza, conviene mucho hacerla entrar á presion, mejor que á golpe, pues en este caso puede romperse la rueda; en cambio, cuando entra el eje á una gran presion, van cediendo las piezas, sin disgregar el material, y así queda ajustado el eje y mejor ceñido que del otro modo; aparte de estos motivos, hay otro muy importante, cual es la dificultad de poder golpear bien ni con machos ni con martinets cuando se trata de piezas de gran tamaño. Así, pues, en todos los grandes talleres de tornero se monta una prensa de engranajes, y mejor hidráulica, que poderosamente impelen los ejes en las ruedas y las ajustan con tanta fuerza, que casi siempre no es necesario poner llaves que consoliden la union. El tornero debe hacer ligeramente cónicas las muñequillas de los ejes, así como los taladros de los centros de las ruedas, y si bien han de centrar con libertad, siempre se aumenta al diámetro de aquellas un par de centésimas sobre el de los agujeros, á fin de que ajusten bien forzados, segun conviene en esta operacion del calado de ruedas. Para descalarlas se emplea tambien la prensa del mismo modo, empujando naturalmente en sentido contrario.

La mejor prensa para calar y descalar ejes es la hidráulica, pues con menos esfuerzo se pueden obtener grandes presiones; pero como quiera que es un aparato algo caro, expuesto á desperfectos de consideracion, muy sucio por el agua que necesita, y sobre todo, por no ser preciso más que en los grandes talleres que hemos referido anteriormente, de aquí que para los casos ordinarios baste una prensa de engranajes, más ó menos potente, la cual debe existir en todo taller de ajuste.

Algunas veces conviene poner una *llave* entre el eje y la rueda, sobre todo cuando aquella tenga que sufrir grandes esfuerzos de torsion. Una pequeña caja en la muñequilla y otra enfrente, en el

agujero, que se correspondan, formarán una sola, donde se ajusta á martillo la *llave* de hierro dulce, que no es sino una cuña de este material. En tal caso, al tiempo de calar la rueda se ha de tener cuidado de que se correspondan ambas cajas, es decir, la del eje con la de aquella, para que al ajustar la cuña no haga desviaciones que perjudiquen el calado que se verificó anteriormente.

Pero, repetimos, en las ruedas del material de arrastre de las vías férreas, como son los tranvías, generalmente no se ponen llaves, y basta la presión con que entran para que se acoplen bien.

Engranajes

Nada más importante para el tornero que el conocimiento de engranajes, puesto que este sistema de trasmisión de fuerza es sin duda alguna la base fundamental de casi todas las máquinas.

Los engranajes tienen por objeto transformar un movimiento circular continuo en otro de la misma especie, pudiendo ocurrir que los ejes sean paralelos, en cuyo caso se llaman *engranajes rectos*, ó que los ejes, estando en un mismo plano, formen un ángulo cualquiera, y entonces se denominan *engranajes cónicos*. También hay engranajes que sirven para transmitir el movimiento de un eje á otro, cuando no están en un mismo plano, conocidos con el nombre de *engranajes hiperbólicos*.

La teoría general de los engranajes, con el trazado de los dientes en sus diversas variantes, constituye un largo y difícil estudio, imposible de simplificar sin omitir circunstancias que les son muy esenciales. Por esta causa no puede tratarse bien semejante cuestión sin emplear mucho tiempo y sin conocer algunos fundamentos geométricos, cuya explicación nos ocuparía un volumen de las proporciones del actual; no obstante, es tal el abandono que existe en los talleres sobre este asunto, que, siquiera sea de una manera sencilla, vamos á dar ligeros conocimientos sobre la manera de determinar las dimensiones de las ruedas, su número de dientes y la forma más adecuada para el mejor efecto útil de la fuerza que transmiten, con aplicación á los engranajes rectos cuando menos, indicando de pasada lo más preciso sobre el trazado de los engranajes cónicos, y sin abordar el de los hiperbólicos por imposibilidad absoluta de hacerlo en los estrechos límites de este libro, y considerando también las escasas y tardías explicaciones que tiene en la práctica.

DIÁMETRO DE LAS RUEDAS.—La primera cuestión que debe resolver el constructor al trazar unos engranajes, debe ser la de-

terminacion de los diámetros de las ruedas, á fin de obtener con una velocidad dada de la rueda *motora* la correspondiente á la *conducida*, segun se desee.

Sean A y B los ejes de las dos ruedas, cuya distancia entre sí es de 35 centímetros, por ejemplo, y supongamos que, siendo A el eje de la rueda motora, se desea por cada vuelta de esta, cuatro para la conducida, cuyo eje es B. Planteado de este modo el problema, el procedimiento general que se sigue en cualquier caso se funda en que *las velocidades de las ruedas deben estar en razon inversa de sus radios*; así, en el caso presente, diremos: radio de la rueda A debe ser al radio de la rueda B como la velocidad de la segunda es á la velocidad de la primera, ó lo que es igual:

$$\text{Radio de A : radio de B :: 4 : 1}$$

De donde se deduce que la rueda A debe tener un radio cuatro veces mayor que el de la B para que la velocidad de esta sea tambien cuatro veces mayor que la de la primera. Por consiguiente, dividiremos la distancia (35 centímetros) que hay entre los dos ejes en cinco partes, y una de estas, que es *siete centímetros*, constituirá el radio de la rueda B, y el resto, *veintiocho centímetros*, ó sean cuatro partes, para la otra rueda.

Este cálculo sencillísimo se aplica tambien para determinar los radios de las poleas en las trasmisiones obtenidas por medio de correas, pues en estas, como en las *córreas*, subsisten las mismas relaciones entre los radios y las velocidades.

Engranajes rectos

Si tenemos dos ruedas rectas, dispuestas de modo que engranan con las holguras correspondientes, y cuyas velocidades angulares de ambas sean siempre constantes, se dice que son *ruedas armónicas*.

Se llaman *círculos proporcionales, primitivos ó de division*, á los que se trazan con los radios determinados por medio del cálculo explicado anteriormente; estos círculos son *tangentes*, y sobre ellos se hace la distribucion de dientes.

Los dientes de las ruedas de engranajes rectos afectan la forma prismática; las dos bases de este género de prismas constituyen los extremos del diente; la parte que se encuentra fuera del círculo primitivo se llama *cabeza del diente*, y la parte que se halla dentro se denomina *pie*; la superficie que limita la cabeza del diente se conoce con el nombre de *vértice* del mismo, y la super-

ficie cilíndrica que separa el pié del diente del cuerpo de la rueda es conocida bajo el título de *base ó raíz del diente*. Las superficies que unen la base con el vértice del diente se conocen con el nombre de *flancos*; la forma que conviene dar á esta parte del diente tiene una gran importancia, pues debe ser de tal naturaleza, que al marchar el engranaje, estos flancos jamás *resbalen* uno sobre otro, sino que, por el contrario, durante su contacto resulte una *rodadura* perfecta, sin resbalamiento de ningún género, que, como es sabido, ocasionarían pérdidas de fuerza, que deben evitarse en toda clase de máquinas.

En una rueda de engranaje recto, la *longitud l* del diente (figura 33) es la distancia comprendida entre la base y el vértice; el

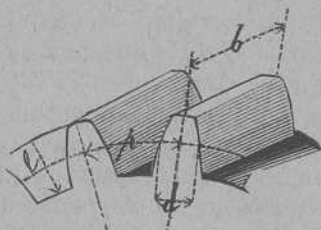


Figura 33

ancho b es el espesor de la rueda, ó sea la separación de las dos caras extremas que los constituyen, y por fin, el *grueso* del diente d es la longitud del arco de círculo primitivo comprendido entre los flancos, correspondiendo el *hueco* de los dientes á la separación de los mismos, contada sobre dicho círculo. Como quiera que los huecos de los dientes son algo mayores que sus gruesos, y que la longitud de sus cabezas, por el contrario, son menores que la de los piés, resulta siempre cierta holgura entre los flancos de los dientes, como asimismo entre los vértices y las bases de los mismos, que favorece á la buena marcha de las ruedas ante cualquier desviación del eje, pues si se acoplaran justos los engranajes, este contratiempo pudiera acuñar las ruedas, y en todo caso, sobrevenir rozamientos que dificultarían la trasmisión del movimiento, tanto más, contando con el simple barro que forma el polvo y la grasa del mecanismo. Por fin, se llama *paso* en los engranajes la distancia p , tomada en el círculo primitivo, que comprende el grueso y el hueco del diente.

Antes de pasar adelante, vamos á resolver un problema que suele ocurrir mucho en la práctica, que consiste en determinar el ra-

dio de las ruedas, dados el paso y el número de dientes. El primer dato suele imponerse por la fuerza que deba transmitir el engranaje, que, cuando es de consideracion y no está bien calculado el grueso de los dientes (que es la mitad del paso menos un décimo próximamente para holgura), pueden romperse estos é inutilizarse por consiguiente el mecanismo. El segundo dato le determina la velocidad que se desea obtener; así, cuando se posee una de las ruedas, la cual dé, por ejemplo, 6 vueltas en un segundo, en tanto que la otra deba dar 2 en igual tiempo, la cuestion queda reducida á determinar el número de dientes de la segunda, de modo que por cada 3 vueltas de la primera dé aquella una sola. A poco que se medite, es fácil comprender que esta misma relacion fijará el número de dientes dividiendo el de la rueda dada por tres; por ejemplo, supongamos que resultan 24 dientes. Planteado así el problema, en este caso concreto lo que hay que buscar es el radio de una rueda que deba comprender 24 dientes con 20 milímetros de paso, ó lo que es igual (multiplicando estos números, que se obtiene 480 milímetros), hallar el radio de una circunferencia cuyo desarrollo lineal sea de esta longitud.

Para ello, segun veremos en los elementos de geometría que damos á continuacion, toda circunferencia tiene por desarrollo dos veces el radio, multiplicado por un número fijo 3,14, de donde se deduce que el radio es igual al cociente que resulta de dividir el desarrollo que deba tener la circunferencia por dos veces el número 3,14, que en los cálculos matemáticos se representa por la letra griega π , denominada *pi*. Apliquemos la regla al caso concreto de que nos venimos ocupando, y se obtiene 480, dividido por dos veces 3,14 (ó sea 6,28), resulta un cociente igual á 76 milímetros, con 4 décimas de milímetro.

Para marcar sobre la circunferencia primitiva las divisiones del paso, se hace uso de la llamada *escala de periferia*, que se construye de este modo: se toma una regla prismática, y en ella se fija una longitud de 314 milímetros, que es el desarrollo de una circunferencia cuyo diámetro sea de 100 milímetros, y al otro lado de esta regla se fija la misma longitud, pero dividiéndola en 100 partes iguales, quedando así terminada la escala que sirve para rectificar los arcos de círculo. En efecto, vemos que una misma distancia queda dividida por un lado en 100, y por otro en 314; luego una cantidad cualquiera que se tome sobre la escala estará representada por centésimas en un lado y por 314 avas partes por otro; de modo que, como ambas expresiones son iguales por pertenecer á la misma extension, resulta que las relaciones del

número de partes de las primeras con respecto al de las segundas, será igual á la relacion de 100 á 314, ó sea dividiendo estos números por 100, como 1 es á 3,14, ó lo que es lo mismo, como la unidad es á la relacion de la circunferencia al diámetro.

Subdivídanse en mitades las partes de uno y otro lado de la regla para ampliar más la aplicacion de esta escala.

Ahora bien; estudiemos prácticamente los problemas que pueden resolverse con este sencillísimo instrumento:

1.º *Dada la circunferencia, determinar el radio.*—Este es el más fácil de resolver, pues no hay más que medir naturalmente la circunferencia, ó sea fijar su desarrollo en cifras del sistema métrico, y por ejemplo, supongamos que nos da 327 centímetros; se desea conocer en centímetros el diámetro, ó sea el doble radio de la circunferencia en cuestión; para ello se toma la escala, y por el lado de las 314 partes se busca la division 327, se vuelve y se observa las que comprenda al otro lado en las divisiones centesimales, y el número que se lea será el de centímetros que corresponde al diámetro buscado. Es claro que, cuando el número dado exceda del 314, se tomarán las mitades, lo que darán 628 divisiones, que si se aprecian en estas partes, se buscarán las correspondientes para el diámetro, en mitades tambien, de la escala centesimal.

2.º *Dado el radio, se desea conocer el desarrollo de la circunferencia.*—Sea un radio de 21 centímetros, ó lo que es igual, un diámetro de 42. Por el lado centesimal de la escala de periferia, se busca la division 42, y se ve al otro el número correspondiente, que, tomado en centímetros, nos da la medida exacta de la circunferencia.

TABLA para hallar el diámetro del círculo primitivo en una rueda de engranaje, dado el paso en armonía con el esfuerzo que deba trasmitir, y según el número de dientes que exija su velocidad.

Presion sobre los dientes en kilogramos.	Paso correspondiente. Milímetros.	Cifra que debe multiplicarse por el número de dientes para hallar el diámetro en milímetros.
208	25	7,958
300	30	9,549
408	35	11,141
533	40	12,732
675	45	14,324
833	50	15,915
1050	55	17,507
1200	60	19,099
1400	65	20,690
1630	70	22,282
1875	75	23,873
2130	80	25,465
2400	85	27,056
2700	90	28,648
3000	95	30,239
3330	100	31,831
3675	105	33,422
4030	110	35,014
4400	115	36,606
4800	120	38,197
5200	125	39,789
5620	130	41,380
6075	135	42,972
6530	140	44,563
7000	145	46,155
7500	150	47,746

El uso de esta tabla es muy fácil; supongamos que se desea determinar el diámetro de una rueda para engranar con otra en las condiciones siguientes: primera, es preciso trasmitir un esfuerzo de 790 kilogramos; y segunda, la velocidad de la rueda que vamos á calcular habrá de ser tres veces mayor que la correspondiente á la determinada, que tiene, por ejemplo, 73 dientes. Ante todo, para este esfuerzo es necesario que el paso de la rueda dada deba ser de 50 milímetros, que, según la tabla, corresponde al esfuerzo próximo mayor de las presiones que en ella se consignan. Si dicha rueda no tuviese este paso, debe desecharse, porque es fácil su rotura inmediatamente que se pusiese en acción. Suponiendo satisfecha esta circunstancia, pasaremos á calcular el diámetro del círculo primitivo, sin más que multipli-

car la cifra adjunta al paso 50, que es 15,915 (véase la tabla), por el número de dientes, que será tres veces menor que el de la otra rueda si ha de tener tres veces mayor velocidad, ó sea por 24, resultando 381 milímetros con 96 centésimas, ó sean 0^m,382.

Se debe procurar que el número de dientes en ambas ruedas no sea un múltiplo del otro exactamente, puesto que entonces engranarían siempre los dientes de una rueda en los huecos de la otra, lo que produciría vicios en la marcha, de muy malos resultados. Por lo tanto, debe hacerse el cálculo de modo que los dos números no tengan ningun factor comun, es decir, que no sean divisibles por 2, ni por 3, ni por 4, ni por ningun otro número, pues de otro modo, al cabo de cierta série de vueltas, se volverían á encontrar los mismos dientes en los mismos huecos, reproduciéndose engranes idénticos, que deben evitarse á todo trance.

Si, como resultado del cálculo, ocurre naturalmente la circunstancia que acabamos de expresar, basta añadir ó restar un diente á cualquiera de las ruedas para obtener dos números que no tengan factor alguno comun. Cuando dos números se encuentran en esta condicion, se llaman *primos entre sí*. Desde luego un diente más ó menos no altera sensiblemente la relacion en las velocidades de los engranajes, tratándose de las necesidades de la industria en general.

Trazado de los dientes

Segun hemos dicho, es difícil comprender los diversos sistemas que se conocen sobre el trazado de dientes de un engranaje para quien no posea algunos elementos de dibujo geométrico; pero es fuerza que estudiemos este trazado, que entraña el problema capital de una buena máquina; es preciso que los modelistas de nuestros talleres, los ajustadores y los torneros, que en más ó en menos todos intervienen el trazado de los dientes en los engranajes, se persuadan de que no es posible continuar dentro de la rutina y empirismo en que se hallan, y por lo tanto, vamos á detallar los procedimientos prácticos que se conocen al efecto con la mayor claridad posible, y desprovistos de teorías y cálculos, que no caben en este lugar.

La idea de que el perfil de los dientes esté trazado con toda exactitud, se funda en un principio casi desconocido por aquellos que no se fijan bien en la circunstancia esencial que ha de concurrir en todo engranaje, cual es evitar los resbales, haciendo,

por el contrario, que en la marcha de las ruedas los dientes estén trazados de un modo tal, que las cabezas de sus dientes *rueden sin rozamientos* sobre los flancos de sus piés. En el caso de que por la mala forma de los dientes se rozan unos con otros, ó tambien cuando, no teniendo igual paso, sucede que los dientes no engranan á tiempo, entonces la máquina se hace pesada, consume más fuerza, produce ruidos y aun golpes, concluyendo su vida en poco tiempo.

Hechas estas consideraciones, entremos en materia.

SISTEMA REULEAUX.—*Dado el perfil de un diente para una de las ruedas, trazar el correspondiente á los de la otra* (figura 34).—Supongamos que se da el perfil aSc y el círculo primitivo de la rueda O , así como el otro círculo T_1 ; se trata, pues, de determinar el perfil a_1S para los dientes de esta rueda. Supóngase tam-

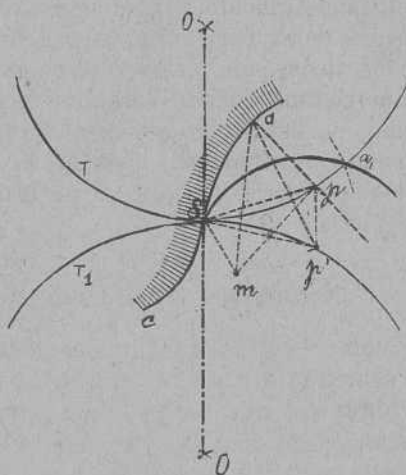


Figura 34

bien que la posicion del perfil dado se sitúa de modo que su punto de interseccion con el círculo primitivo S está sobre la línea que une los dos centros O O , y por lo tanto, este punto pertenece á la nueva curva que vamos á determinar: para hallar un segundo punto a_1 de este perfil, que en el movimiento de las ruedas vendrá á coincidir con el punto a de la primera curva, tracemos la *normal a p* (ó sea la perpendicular á la tangente en este punto a de la curva); tomemos el arco Sp' , igual al arco Sp ; la línea p

m , igual á la cuerda $S p'$, y $S m$, igual también á $p p'$; ahora bien, si desde los puntos S y p' como centros, con ma y pa respectivamente por radios, describimos dos arcos de círculo, el punto de interseccion a , de estos arcos determinará el que se busca. Como este se hallarán cuantos se quieran, y uniéndolos correlativamente, se traza la curva en cuestion.

SISTEMA PONCELET.—Sobre el círculo primitivo T_1 (figura 35) se determinan los puntos $m_1, t_1, u_1, v_1, \dots$ que coincidan con los $m, t, u, v, \dots$ del otro círculo primitivo T ; si desde los puntos v_1, u_1, t_1, m_1 como centros, con las longitudes de las normales á la curva dada $av, cu, \dots$, por radios, se describen arcos de círculo, bastará trazar despues una curva continua tangente á todos estos arcos para obtener el perfil que se desea. Es claro que si los puntos $m, t, u, \dots$ se toman muy próximos unos á otros, la curva se trazará con más precision. Ahora bien; si en los dos procedimientos que acabamos de explicar se llevan á partir de los pun-

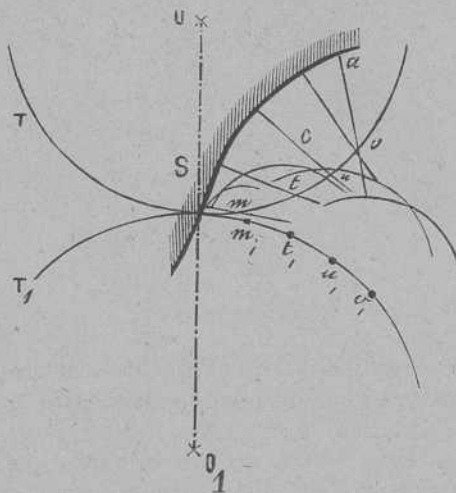


Figura 35

tos $m_1, t_1, u_1, \dots$ las normales $av, cu, \dots$ en sentido inverso, los arcos de círculo determinarán el perfil del diente, en el supuesto de que el engranaje fuese interior.

Existen otros procedimientos para trazar los perfiles de los dientes, fundados en las curvas llamadas *cicloidaes*, que se engendran por un punto fijo de un círculo cuando este rueda sobre una línea determinada, sin resbalar durante la marcha.

con el A, prolongando la línea recta hasta G, es decir, hasta que encuentre á la circunferencia P; trácese la recta G C y la D S, y el punto E, interseccion de ambas líneas, será el centro de curvatura para trazar el pequeño arco de círculo que determine el perfil, que, pasando por D, comprenderá desde el círculo K hasta el punto M, correspondiente á la circunferencia trazada con el mismo centro del círculo primitivo N, y obligada á pasar por B. Para terminar la curva del diente se unen los puntos M y E, y el punto R, interseccion de esta línea con la circunferencia N, nos dará el otro centro, desde el que, con el radio R M, se ejecutará la porcion M L de perfil que falta para llegar al círculo primitivo. Desde el punto L se concluye el diente trazando una línea recta L C, radio de dicho círculo.

Construido así medio perfil del diente, debe sacarse una plantilla para trazar la otra mitad, dado que ambas deben ser simétricas.

No debe confundirse la circunferencia P con la del círculo primitivo de la otra rueda que haya de engranar con la expresada en el centro C, pues este trazado es independiente de las ruedas, y sólo interviene en su construccion el paso del engranaje.

Observaremos tambien que, como se dan 3 décimas para la altura de la cabeza del diente y 4 para el pié, el engranaje quedará con una holgura de un décimo del paso desde el vértice del diente de cada rueda hasta el fondo de los huecos de la otra; espacio suficiente para que no se acoplen los engranajes, cualquiera que sea el accidente natural que ocurra en la posicion de los ejes.

El trazado que acabamos de indicar sólo se emplea cuando el número de dientes es muy pequeño; en el caso de que sea considerable, se hace uso del procedimiento siguiente:

Sean tambien N, K y F (figura 39) los círculos primitivo y los que determinan la longitud de las cabezas y la de los piés de los dientes en la rueda que se trata de construir. Trácese sobre un radio del círculo primitivo dos circunferencias generadoras P y P, cuyos radios iguales sean, como en el caso anterior, las 9 décimas del paso del engranaje; por los centros A y B de estas circunferencias se trazan dos radios A D y B H, que formen con la línea de los centros 30 grados (véase el Apéndice sobre nociones de Geometría), ó sea la sexta parte de media circunferencia; prolonguense estos radios hasta que encuentren á los círculos generadores en G y M; únense los puntos extremos de estos diámetros M y D, prolongando la recta indefinidamente; en seguida se une el punto G con el C por medio de una línea recta que encon-

grueso del diente y 21 para el hueco. Hecho esto, se trazarán las curvas por las divisiones, como la aS , siempre con el mismo radio ED , y fijando los centros en la circunferencia ZZ ; hechos los perfiles de las cabezas de los dientes, se tomará por radio la distancia IM , y buscando el centro, siempre en la circunferencia VIR , se trazarán las curvas como la bS que determinen el flanco del pié de cada diente.

Estos radios de curvatura ED y MI no suelen obtenerse por la construcción como es debido, sobre todo si la rueda es de pocos dientes, en cuyo caso estos radios pueden calcularse por medio de las fórmulas:

$$r = t 0,45 \frac{2z + 11}{z + 11}, \quad R = t 0,45 \frac{2z - 11}{z - 11},$$

en que r representa la longitud exacta del radio ED para los perfiles de la cabeza de los dientes, y R el correspondiente á IM de sus piés; t expresa el paso, y z el número de dientes de la rueda. Resolvamos un ejemplo: sea el número de dientes (z) igual á 63; el paso supongamos que mida 30 milímetros, y la fórmula se transformará para el radio r de este modo:

$$r = 30 \times 0,45 \times \frac{126 + 11}{63 + 11},$$

ó tambien sumando los onces, en

$$r = 30 \times 0,45 \times \frac{137}{74},$$

y multiplicando 0,45 por $\frac{137}{74}$, en

$$r = 30 \times 0,833;$$

donde efectuando esta última multiplicación, resultará para el radio menor ED

25 milímetros.

De igual modo el radio mayor R se hallará efectuando las operaciones indicadas en su fórmula, que se transforma para este caso, empleando igual procedimiento, en

$$R = 30 \times 0,45 \times \frac{126 - 11}{63 - 11};$$

ó restando los onces, en

$$R = 30 \times 0,45 \times \frac{115}{52},$$

y tambien multiplicando 0,45 por $\frac{115}{52}$, en

$$R = 30 \times 0,995;$$

y concluyendo por efectuar este producto, se determina el valor del radio I M, que será

30 milímetros.

Cuando el número de dientes sea menor de 15, debe desecharse este cálculo, haciendo uso del procedimiento gráfico explicado para la figura 36.

Existe otro sistema de curvas para trazar los perfiles de los dientes, conocido con el nombre de *evolutas del círculo*, que se construyen desarrollando un hilo envuelto á una circunferencia cualquiera, el cual, estando armado en su extremo libre de un lápiz, trazará sobre el plano de la circunferencia una línea, envolviendo, por decirlo así, al círculo dado.

Este medio de construir las evolutas, si bien es el más expeditivo y práctico, no da buenos resultados bajo el punto de vista geométrico, siendo preciso recurrir á determinar puntos aislados que, uniéndolos despues, fijan la situacion de la curva. Por este último medio se obtienen con todo rigor dichas curvas, pero aun se recurre, como en el caso anterior, á los arcos de círculo, que se aproximan á la verdadera línea tanto como exige en la práctica el trazado de los engranajes.

Sean K, N y F (figura 38) las circunferencias que respectivamente determinan el vértice del diente, el círculo primitivo y el fondo de aquel, y sea C su centro comun, que, como es sabido, corresponde al de la rueda de engranaje; trácese el radio B C, y divídase la distancia S B que comprende la altura de la cabeza del diente, en dos partes iguales S A y A B; tómese despues A C como diámetro, y trácese la media circunferencia que se ve en la figura; en seguida se tira por A una recta A E que forme con la B C un ángulo de 75° (segun veremos despues en el apéndice *Elementos de Geometría*), y el punto de interseccion E con el semicírculo será el centro de curvatura que, con el radio E A, determine el perfil de la cabeza del diente.

Cuando el paso es muy pequeño, suele ocurrir que la circunferencia E Z queda dentro del círculo primitivo, y entonces la curva que determina el perfil del diente en esta parte se compone de dos arcos con distinto centro; el E sirve para construir la porcion superior del diente desde el vértice hasta el círculo primitivo, y

CREMALLERAS.—Se siguen las mismas reglas que en los casos anteriores, considerando tan sólo que el radio de una de las ruedas se ha hecho infinitamente grande. Así que la cabeza y el pié de los dientes, lo mismo que el hueco y el grueso, guardarán las mismas proporciones; con respecto al paso, la cuestión, repetimos, queda reducida á considerar á uno de los círculos primitivos convertido en línea recta, sobre la cual se harán las subdivisiones de los dientes con la mayor facilidad.

Respecto al trazado, diremos que si el perfil ha de ser construido por arcos de ciclóide (figura 38), tanto el arco de la cabeza del diente, como el de su pié, han de tener igual curvatura. Si, por ejemplo, se adopta el de la evolvente de círculo, los centros de curvatura se trasportarán al infinito, y entonces el arco se convierte en una línea recta, inclinada á 75° sobre el eje del diente.

ENGRANAJES CÓNICOS.—Para el cálculo y trazado de estos en-

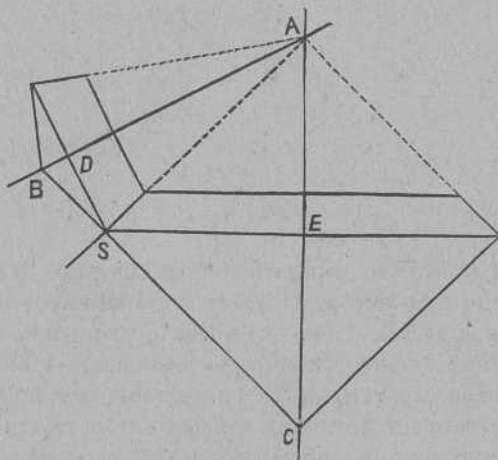


Figura 39

granajes se emplean las mismas reglas que en los rectos. Así, respecto á velocidades, se cuidará de que el número de dientes de una rueda esté en la relación debida con referencia al de la otra, y en cuanto al trazado de los dientes, se observan iguales prescripciones que anteriormente, ejecutando los dibujos sobre la superficie de los *conos suplementarios* que vamos á designar.

Sean A B y A C (figura 39) los ejes de los dos engranajes, los cuales se cortan virtualmente en A; y decimos virtualmente, por-

que en la práctica nunca se prolongan hasta encontrarse; pero al trazar el engranaje debe disponerse de este modo, tal como representa la figura, á fin de deducir bien los datos necesarios.

Supongamos que mientras el eje A B dé 2 y $1/2$ vueltas, el A C no deba dar más que una; en este caso vamos á deducir la direccion de la recta A S, arista comun á los dos conos primitivos, que ha de determinar la relacion de los radios de ambas ruedas.

Se mide, segun veremos en el apéndice *Elementos de Geometria*, el ángulo D A E, ó sea el que forman dichos ejes, y la cuestion será dividirlo en otros dos, de modo que sus medidas del D A S y S A E estén en la relacion de $2 1/2$, velocidad del eje A D, á 1 velocidad del A E, ó sea en la relacion de 5 á 2. Supongamos que el número de grados que comprenda el ángulo de los ejes B A C sea 63; dividase por la suma de 5 con 2, ó sea por 7, y resultarán 9° , es decir, la sétima parte del ángulo total, de las que corresponderán dos partes (ó sean 18°) para el ángulo B A S, y 5 (ó sean 45°) para el S A C.

Determinada la línea S A, elegiremos el radio que más nos convenga para una de las ruedas, ya para el piñon ó para la otra, y en su consecuencia, fijaremos el otro, que serán las líneas S D y S E, perpendiculares, bajadas desde un punto convenido S de la línea S A á los dos ejes. En seguida, por el punto S tiramos una perpendicular á la recta referida S A, la que cortará á los ejes en C y en B, determinando las generatrices C S y B S de los conos suplementarios que se necesitan; sobre ellos se trazan los perfiles de los engranajes, observando las mismas reglas, ya conocidas, para los engranajes rectos. Al efecto se trazan dos circunferencias con los radios B S y S C, que servirán como círculos primitivos para el trazado correspondiente. Los perfiles que resulten se reproducirán sobre la corona del engranaje, que tendrá la forma de dichos conos suplementarios; como observacion importante debemos advertir al lector que el paso para determinar el trazado ha de ser deducido de otras ruedas rectas, suponiendo que los radios sean las distancias D S y S E, y lo que resulte se tomará como paso sobre los referidos círculos primitivos, á fin de construir el trazado de los dientes.

ROSCA SIN FIN.—Siempre que los ejes cuyos movimientos se desea relacionar se crucen bajo un ángulo cualquiera, puede recurrirse al sistema de engranajes conocido con este nombre, que consiste en un tornillo engranando con una rueda, cuyos dientes tienen la misma inclinacion que el filete de la rosca.

Cuando los ejes son perpendiculares entre sí, es claro que la

inclinacion de los dientes de la rueda será la que nos marque el paso de la rosca; y si los ejes forman un ángulo determinado, puede aprovecharse una rueda de dientes rectos, con la condicion de que el eje de la rosca quede, una vez verificado el engranaje, formando un ángulo con el eje de la rueda igual al propuesto.

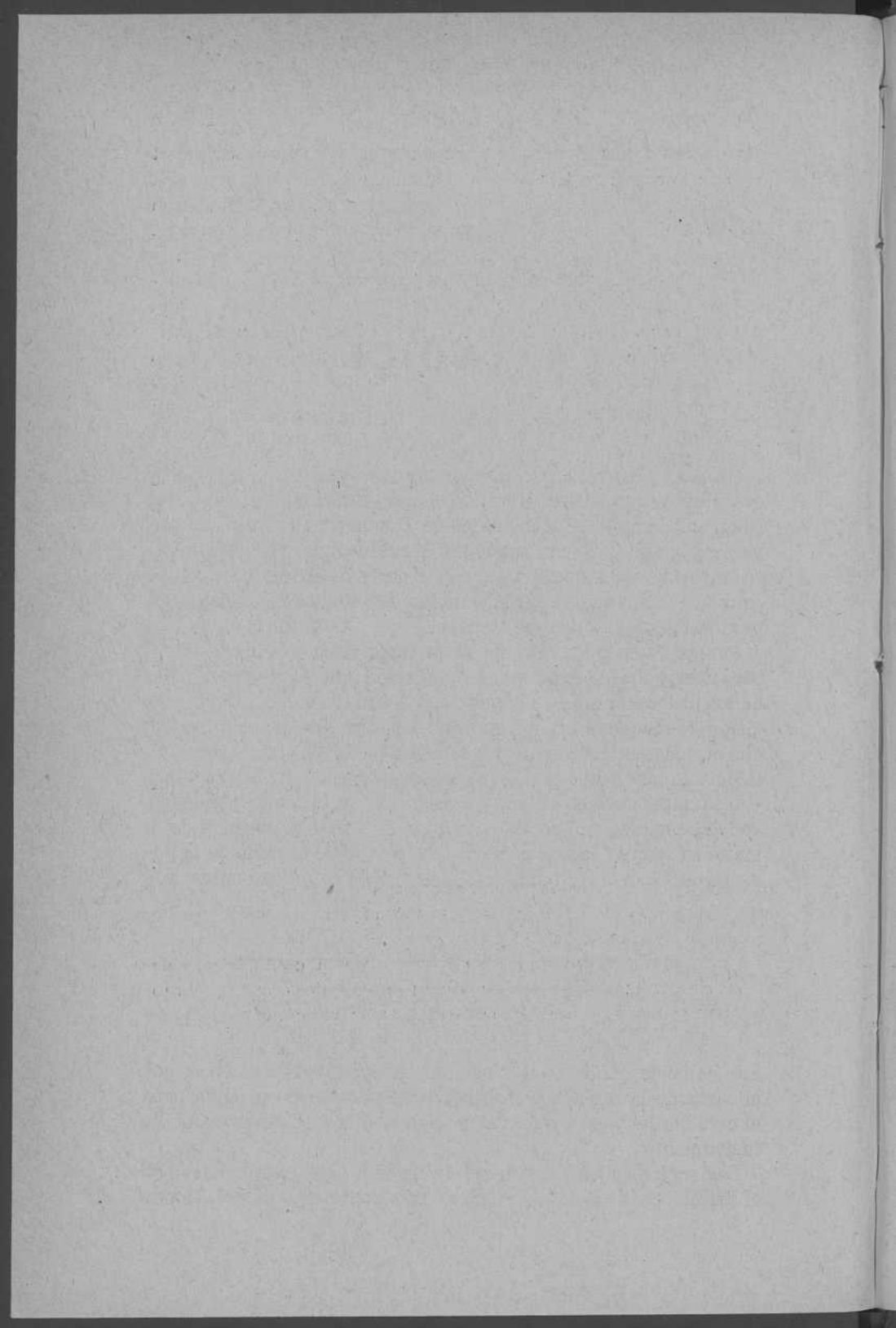
De manera que, disponiendo del *paso para el filete* de la rosca (que aquí se entiende por tal á la distancia recorrida por el mismo en una vuelta completa), puede utilizarse una rueda ordinaria, siempre que la inclinacion del filete obtenida por dicho paso, corresponda ó sea igual al ángulo de los ejes. En el caso de que el referido ángulo sea recto, los dientes de la rueda estarán necesariamente inclinados con un ángulo sobre su eje igual al del filete del sin fin.

Los radios de la rosca y de la rueda se calcularán segun tengamos dicho para los engranajes rectos, á fin de regular las velocidades, y en cuanto al trazado de dientes y filete, del mismo modo se observarán iguales reglas, si bien teniendo en cuenta que los primeros han de construirse inclinados sobre la llanta de la rueda, y los otros constituyendo un filete con el paso correspondiente.

ULTIMAS OBSERVACIONES SOBRE ENGRANAJES.—Antes de concluir, debemos prevenir que, con objeto de dar mayor resistencia á los dientes, se ensancha su pié, formando arcos cóncavos que empiezan á los dos décimos del paso del engranaje, contados sobre el fondo, punto donde jamás alcanza el vértice de la otra rueda cuando se ponen ambas en movimiento.

Finalmente, el ancho b de los dientes (figura 33), única dimension que hemos dejado para la terminacion del trazado de engranajes, por ser general á toda clase de ruedas, varía entre $2\frac{1}{2}$ veces á 3, y aun á 4 veces el paso del engranaje, de este modo: 2 á $2\frac{1}{2}$ para las ruedas de marcha muy lenta, como engranajes de grúas, cuyo número de dientes es igual ó menor de 50, y de $2\frac{1}{2}$ á 4 para las ruedas de trasmisiones.

Aconsejamos á los torneros se ejerciten en la construccion de todos estos trazados geométricos y en los cálculos que se refieren á los engranajes, si bien deben estudiar previamente cuanto se consigna en el apéndice *Elementos de Geometría*.



APÉNDICE

1.º—ELEMENTOS DE GEOMETRÍA

Un buen tornero ha de conocer algunos problemas geométricos si ha de resolver las múltiples necesidades de su profesion. Desgraciadamente, los Manuales de Geometría no traen los más precisos, pues existen algunos tan sencillos, que, por desconocer su importancia, los omiten la mayor parte de los autores. En su consecuencia, vamos á dar la solución de aquellos más necesarios para la buena práctica del tornero.

PRIMER PROBLEMA: *Trazado de la línea recta.*—Primeramente, para comprobar la exactitud de una regla, que es el más sencillo de los instrumentos de Geometría, y sobre el cual radica la precisión de todos los problemas que resuelve esta ciencia, puesto que en todos interviene, se procede del modo siguiente: sobre un tablero lo más plano posible se coloca la regla A B (figura 40), y con un lapicero bien afilado se traza una recta, cuidando de llevar el lápiz bien ceñido á su canto, y sin variar la posición de la mano en toda la carrera; hecho esto, se vuelve la regla de la posición A B á la C D, de modo que gire sobre su mismo borde; y si

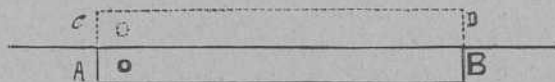


Figura 40

este coincide con la línea trazada, hay seguridad absoluta de que el canto de la regla está bien recto. De igual modo se comprueba el otro borde, y así queda reconocida la precisión de este sencillo instrumento.

Las reglas deben construirse de madera ó de hierro dulce; en el primer caso se deben emplear materiales muy secos, siendo

preferibles el peral por su flexibilidad y el nogal por su fortaleza.

En los talleres se usan mucho las reglas de hierro, pues están menos expuestas á desperfectos ante los golpes frecuentes de un obrador.

Para trazar sobre hierro y otros metales cualquier problema de los que vamos á exponer, se extiende primero una capa de yeso, de modo que cubra bien toda la superficie; y así, cuantas líneas se tracén, empleando punteros de hierro ó acero, quedarán perfectamente visibles.

Perpendiculares

2.º *Por un punto A (figura 41) de una recta, levantar una perpendicular.*—Este problema se resuelve mucho en todos los oficios, tanto para rectificar ó construir escuadras, como para dar solución directa á los mismos problemas en que se hace necesario este instrumento.

A partir del punto A se toman otros dos *a* y *b*, á igual distan-

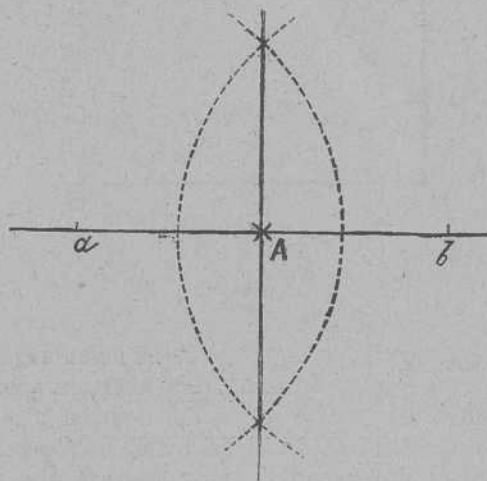


Figura 41

cia, y desde ellos se trazan con la misma abertura de compás dos arcos de círculo, de modo que se corten arriba y abajo de la recta, y por ambos puntos de cruce se hace pasar una recta que á su vez cortará á la recta dada por el punto A precisamente; el cumplimiento de esta circunstancia da una prueba de la exactitud

con que se ha hecho la operacion. Cuando no pueda trazarse cualquiera de estos arcos por impedirlo el desarrollo de la superficie en que se opera, se determinan tan sólo los arcos del lado en que sea posible, y donde se corten se tendrá un punto que, unido al A, determinará la perpendicular deseada. Ahora bien; como las distancias del punto A á los a y b son arbitrarias, aunque iguales en cada solucion, es claro que pueden fijarse cuantos puntos se quieran sobre la recta, y determinar por lo tanto, con los arcos correspondientes, otros puntos que han de caer precisamente sobre la perpendicular trazada, comprobando así la exactitud de la solucion primera.

Algunas veces ocurre el caso particular de no poder prolongarse de un lado la recta á la cual se pretende levantar una perpendicular, y entonces se acude á otro medio para resolver el problema. Sea el punto A (figura 42) el extremo de la recta A B que

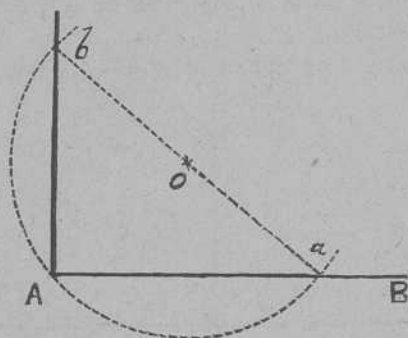


Figura 42

no puede prolongarse, y por el que se desea levantar una perpendicular. Para conseguirlo se toma una abertura arbitraria del compás de piezas, y se fija la punta del lápiz en A, y la otra en cualquier sitio, por encima de dicha recta, en O por ejemplo, y sirviéndose de este punto como centro, se traza una media circunferencia, que cortará en a á la recta dada; despues se unirán estos dos puntos, a y O, prolongando el diámetro hasta que encuentre en b á la circunferencia, punto que, unido al A, determina la perpendicular que resuelve el problema en este caso particular.

3.º *Por un punto A situado fuera de la recta* (figura 43), *bajar una perpendicular.*—Desde el punto dado A, con una abertura

cualquiera del compás, se traza un arco de modo que corte á la recta B C en dos puntos situados uno de otro á poca mayor distancia de la que exista entre el punto y la recta; circunstancia que, si bien no es esencial, favorece al mejor resultado gráfico del problema; hecho esto, desde dichos puntos, con la misma abertura de compás se trazan dos arcos que se cortarán en D, punto que, unido al A, resolverá la cuestion.

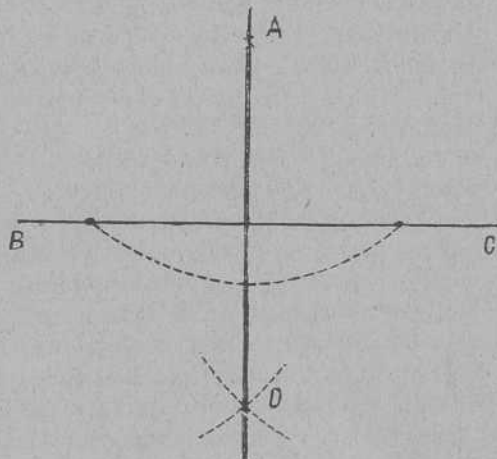


Figura 43

Todos los problemas de perpendiculares se resuelven sin necesidad de estos trazados, valiéndose tan sólo de una buena escuadra; pero habrá casos particulares, ó tambien cuando no inspire

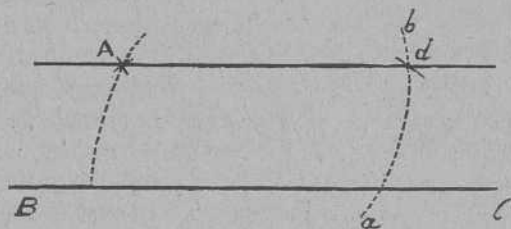


Figura 44

confianza la exactitud del instrumento, en que será preciso utilizarlos.

4.º *Por un punto dado A (figura 44), trazar una recta paralela á otra.*—Sea B C la recta dada, y desde el punto A empezaremos

por trazar un arco de círculo $a b$, que con un radio cualquiera corte á la recta en un punto a , desde el que, con el mismo radio, se traza otro arco que necesariamente ha de pasar por A ; en seguida se toma el arco comprendido desde A á la recta dada BC con una abertura del compás, y se lleva, á partir del punto a , sobre el arco primero $a b$, determinando así un punto d que, unido al A , fija la paralela que se busca.

Tambien se resuelve este problema por medio de perpendiculares: en primer lugar, se baja una perpendicular, segun se ha dicho anteriormente, desde el punto A á la recta BC , y despues se levanta á esta otra perpendicular, que por necesidad ha de ser paralela á la primitiva que sirve de dato.

Por fin, otro medio más expeditivo consiste en el empleo de la escuadra y la regla, haciendo resbalar la primera sobre la segunda de este modo: se coloca la escuadra de manera que uno de sus cantos coincida con la recta dada, y sobre el otro se ajusta la regla, sin mover la escuadra; en seguida se sujeta la regla con la mano izquierda, y se hace resbalar la escuadra con la derecha; ahora bien, si se trazan líneas sobre el canto de la escuadra que se ajustó á la recta dada, en cualquier posicion de la misma, siempre resultarán rectas paralelas á la primitiva, entre las cuales es claro que se puede trazar la que pase por el punto dado, pues que para ello se detendrá la escuadra en el sitio preciso.

Medida de los ángulos.—La extension de los ángulos se aprecia segun la abertura mayor ó menor de los lados que los constituyen, nunca por la longitud de estos. Ahora bien; considerando que por medio de un arco de círculo puede apreciarse esta abertura mejor que con ningun otro elemento, fué preciso buscar la unidad de medida para la circunferencia; al efecto se divide toda ella en 360 partes, que se llaman *grados*; cada grado en 60 partes, que se llaman *minutos*, y cada minuto en otras 60, que se denominan *segundos*. Es claro que, aumentando el radio de la circunferencia, mayores serán estas partes; tanto, que así como en un círculo pequeño el grado tiene una extension insignificante, tratándose de una circunferencia de gran diámetro, como por ejemplo, la que abraza la redondez de la tierra, llega en este caso á comprender cada grado hasta 20 leguas de extension. Pero el ángulo que abraza cada grado será idéntico, cualquiera que sea la circunferencia con que se mida; lo que se comprende fácilmente, á poco que se reflexione, pues si bien es indudable que á medida que avanzan los lados del ángulo resultará mayor extension en los arcos sucesivos que los comprendan, tambien es muy cierto

que estos serán iguales siempre con relacion á la circunferencia total de que formen parte. Por lo tanto, un ángulo que abraza un grado de una circunferencia dada, seguirá abrazando el mismo grado cualquiera que sea el círculo con que se aprecie. En su consecuencia, el instrumento llamado *trasportador*, que se emplea para medir ángulos sobre un dibujo, así como las plataformas de los aparatos topográficos que sirven para apreciar los ángulos del terreno, pueden tener el diámetro que se quiera, ya sea el más á propósito para manejarle con facilidad, ó ya el más adecuado para hacer inteligibles las lecturas de los grados, minutos y aun segundos, segun la precision del instrumento.

El transportador se emplea, pues, para apreciar ángulos; en su esencia este instrumento es siempre lo mismo, un círculo graduado, dividido en 360 partes ó grados cuando comprende una circunferencia completa, y en 180 cuando es de medio círculo. Se construyen de metal ó de talco, y su uso es tan fácil como práctico. La figura 45 representa un transportador de medio círculo,

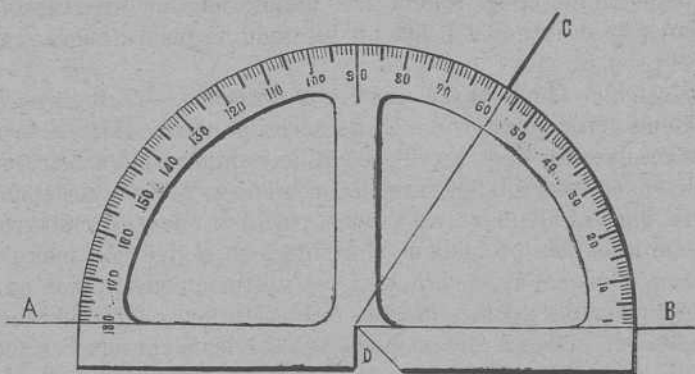


Figura 45

construido de metal, en el que se expresa la graduacion desde 0° hasta 180°; la línea recta A B que determina el límite de la semicircunferencia, tiene una escotadura en su punto medio, que fija el centro del círculo.

Veamos ahora la manera de conseguir la medida de un ángulo cualquiera. Sea este el formado por las líneas rectas C D y D B; se toma el transportador y se coloca encima del papel ó tablero donde esté trazado el ángulo, de modo que el vértice D del mismo coincida con el centro del instrumento, sin correrse á un lado ni á otro, ni subirse ni bajarse, sino que, por el contrario, ambos

puntos se sobrepongan exactamente; cosa fácil de hacer, por cuanto que la escotadura del trasportador hace visibles las inmediaciones del vértice para conseguir con toda precision la coincidencia necesaria; al mismo tiempo se hace que el lado D B del ángulo se confunda con la línea que sirve de límite al semicírculo del instrumento, lo que se efectuará sencillamente haciendo que el 0 de la graduacion señale un punto de este lado, pero sin des- centrar el trasportador. Hecho esto, nada más fácil que apreciar el ángulo, que, como se ve en la figura de que nos venimos ocu- pando, con el ángulo trazado en ella que nos sirve de ejemplo, pueden leerse los grados que abarca el lado D C desde el D B en que empieza la graduacion, pudiéndose apreciar los 58° que com- prende; hay trasportadores que, no teniendo más de un decímetro de diámetro, pueden medir medios grados, y si están bien ejecu- tados y llevan su nonius respectivo, que estudiaremos más ade- lante, armado de una lente para facilitar la lectura, se llega á apreciar minutos y aun decenas de segundos sin aumentar mucho el diámetro del trasportador. Las plataformas de instrumentos astronómicos aprecian hasta un segundo, si bien alcanzan ma- yores proporciones.

Relacion de la circunferencia con el diámetro.—Varios son los problemas en que el tornero ha de necesitar esta relacion referida para resolverlos; unas veces precisa determinar un diámetro co- nociendo el desarrollo de una circunferencia, y otras, por el con- trario, dado el diámetro, apreciar el perímetro de su circunferen- cia. De estos dos problemas, el primero es el que con más fre- cuencia le ocurre al tornero, pero ambos tienen su solucion en el mismo principio geométrico, en la relacion de la circunferencia al diámetro, que está representada por la misma cantidad en todo círculo, cualquiera que sea su radio; así la Geometría, despues de demostrar que todas las circunferencias son proporcionales á sus radios ó diámetros, deduce, á vuelta de los más escrupulosos cálculos, que toda circunferencia es tres veces mayor que su diámetro, mas 14159 cienmilésimas de este; de modo que expre- sando numéricamente tal cantidad, en todos los formularios se conoce bajo esta forma:

$$\pi = 3,14159,$$

siendo π la letra griega (llamada *pi*) con que se representa esta relacion constante para toda circunferencia en las fórmulas ma- temáticas.

Primer problema: Supongamos que se trata de tornear un ci-

lindro que ha de ajustarse á un desarrollo de perímetro medido con una cinta, ó mejor con una tira de papel, que da rigurosamente 3 decímetros, 2 centímetros, con 7 y 1/2 milímetros; lo que expresado bajo la forma decimal, será igual á $0^m,3275$, ó sean 3275 diezmilímetros; cantidad que dividida por 3,14159, da por cociente los diezmilímetros que ha de tener de diámetro un cilindro cuyo perímetro de su seccion recta fuese el propuesto; efectuando la operacion, resulta 1042 y 1/2 diezmilímetros próxima-mente para el diámetro que se desea.

Otro ejemplo: Sean 12 metros con 566 milímetros el desarrollo de la circunferencia cuyo diámetro se desea averiguar; dividiendo esta cantidad por la relacion constante 3,14159, dará 4 metros para el diámetro que se busca. Así, pues, este problema se resuelve siempre dividiendo el desarrollo que ha de tener la circunferencia, por su relacion con el diámetro 3,14159. En general sólo se toman dos cifras decimales, es decir, 3,14, y únicamente para cálculos complicados ó que exijan mayor exactitud se toman las demás cifras decimales, y aun otras más que las siguen que no hemos dado á conocer por interesar tan sólo á los cálculos astronómicos.

Segundo problema: Dado el diámetro, hallar el desarrollo de su circunferencia. No es este el que más ocurre al tornero, pero debe darse á conocer, tanto por lo fácil de su solucion, como por lo enlazado que se halla al propuesto anteriormente. Supóngase que el radio sea de 21 milímetros; es claro que su diámetro estará representado por el doble de esta cantidad, ó sean 42 milímetros; y como conocemos la relacion de la circunferencia al diámetro (3,14159), bastará multiplicar ambos números para resolver este problema; hecha esta operacion, resultan 131 milímetros con 9 diezmilímetros para el desarrollo de la circunferencia propuesta; cantidad que se escribe así: $0^m,1319$.

Otro ejemplo: Sean 3 decímetros la medida del diámetro, y para simplificar la operacion, tómese tan sólo 3,14, en vez de la cantidad conocida como relacion de la circunferencia al diámetro, y multiplicándola por 3, se obtiene como perímetro del círculo 9 decímetros con 42 centésimas de decímetro, ó sean 942 milímetros, que se expresan de este modo: $0^m,942$.

Medida de las líneas de las superficies y de los cuerpos.— Nada más fácil que medir una línea recta, ya directamente, ó con el auxilio del compás, llevando la distancia sobre la medida, tanto porque esta no pueda sobreponerse al objeto que se mide, ó porque, tratándose del grueso de un cuerpo redondo, sea imposible

adaptar una regla, como es siempre toda medida de longitud. Con las medidas ordinarias, tan sólo pueden apreciarse milímetros, ó cuando más, medios milímetros, no permitiendo la pequeñez de estas partes otras aproximaciones; pero existe un medio muy sencillo de apreciar distancias menores que la última división de la medida que se emplee, del cual nos vamos á ocupar.

El *nonius* es el aparato en cuestion que así se aplica á la medida métrica como á la circular para la apreciacion de ángulos que hemos dado á conocer recientemente, y en general á toda clase de medidas lineales. Es claro que, conocido su empleo para el metro, puede fácilmente aplicarse á cualquier medida; por lo tanto, vamos á explicar la teoría del nonius en el calibrador de gruesos, que es donde más puede necesitarla el tornero, por cuanto que es el único instrumento que le suele llevar entre todos los que utiliza en su profesion.

Supongamos (figura 46) una regla $a b$, dividida en 10 partes

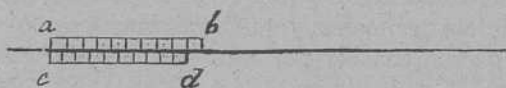


Figura 46

iguales, y sean estas milímetros, por ejemplo, representados de doble extension que la natural para hacer más inteligible la figura; tómense 9 de estas partes, y constrúyase otra regla $c d$, á la que se harán 10 divisiones iguales. Es claro que las divisiones de la nueva regla serán más pequeñas que las otras; pero veamos en cuánto son menores: una division de la primera regla es décima parte de $a b$, representada por

$$\frac{1}{10}$$

Ahora bien; como tomamos 9 décimas partes y las dividimos en 10, resulta que cada una de estas será un décimo de las 9 décimas anteriores; pero la décima parte de esta fracion $\frac{9}{10}$ se obtiene multiplicando por 10 el denominador del quebrado, y resulta que cada parte estará entonces representada por la fraccion 9 centésimas, ó en cifra, por

$$\frac{9}{100}$$

Veamos ahora la diferencia que hay entre $\frac{1}{10}$ y $\frac{9}{100}$, y obten-

dremos de este modo la solución del problema. Un décimo es igual á 10 centésimas; por lo tanto, la cuestión queda reducida á restar de 10 centésimas, 9 centésimas, cuya diferencia es sencillamente una sola centésima, discrepancia que existe entre las divisiones de $a\ b$ y $c\ d$. Por otra parte, habiendo convenido en que $a\ b$ es un centímetro, su centésima parte será un diezmilímetro, distancia sumamente pequeña, cuya apreciación satisface cumplidamente las necesidades de los talleres de ajuste más perfeccionados. En su consecuencia, vamos á ver, pues, cómo con estas dos reglitas pueden apreciarse tan pequeñas distancias; volvamos á la figura 46, y en ella se observará que las líneas extremas de la $c\ d$ coinciden con la primera de la $a\ b$ y con su novena división. Ahora bien; la primera división de la primera parte de la $c\ d$ se retirará de su correspondiente á la $a\ b$ en un diezmilímetro, puesto que tal es la diferencia entre ellas, según acabamos de demostrar; la segunda división se retirará 2 diezmilésimas, una por venir retrasada de la anterior, y otra por tenerla de menos en sí misma; la tercera se retirará, por lo tanto, en 3 diezmilímetros por iguales razones; la cuarta en 4, y así sucesivamente hasta la novena, que se retira en 9 diezmilímetros.

Explicada la teoría de este instrumento, ó mejor dicho, de esta adición á toda clase de medida, que así puede aplicarse á los milímetros para apreciar diezmilímetros, como á las líneas para apreciar puntos, y aun en la medida de ángulos, á los grados para apreciar minutos y aun segundos, y en general determinar partes de un orden inferior á las más insignificantes que se consigna en cualquier instrumento de medir extensiones, veamos la manera de emplearle en su aplicación al calibrador que tanto interesa al tornero.

Sea la figura 47 la que representa el calibrador, dispuesto para medir el diámetro de la pieza A, por ejemplo, y de igual modo puede apreciarse el grueso de una chapa, de un cuadradillo ó de cualquier otro cuerpo. Por la sola inspección de la figura se comprende que, abriendo las piernas del calibrador, se ajustan al grueso de la pieza determinando un contacto íntimo, pero no forzado; en seguida, para fijar la medida, se aprieta el tornillo de presión P que sujeta la pierna móvil. Ahora bien; cuando las dos piernas están juntas, el cero de la graduación de la regla coincidirá exactamente con el del nonius que lleva la pierna móvil, acusando no existir grueso alguno; pero en el caso que representa la figura, el cero del nonius se ha separado del de la regla 13 divisiones, que suponiéndolas milímetros para hacer más práctico el ejem-

plo, vemos consignada la medida en la graduacion de la regla; además hay otra parte de milímetro para cuya apreciacion se necesita del nonius; al efecto véase cuál es la division del instrumento adicional que coincide con la de la regla, y tomando la que esté más próxima á coincidir, ó aquella que realmente sea la que corresponda á otra de dicha regla, nos será fácil, contando desde ella, apreciar la distancia en cuestion. Por lo dicho anteriormente, y visto que la coincidencia está en la segunda division del nonius, 2 son los diezmilímetros que tiene la fraccion que se

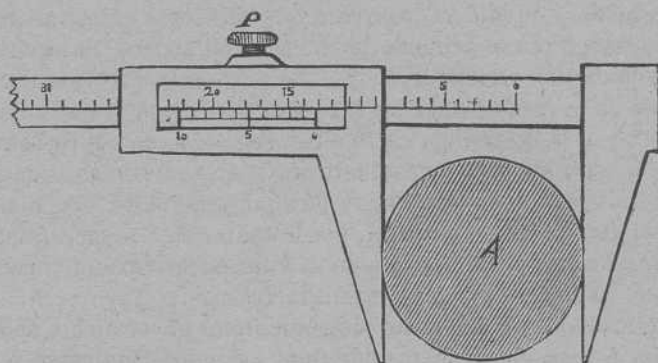


Figura 47

busca; en efecto, la primera discrepancia despues de coincidir, es de un diezmilímetro y la segunda de 2; de modo que el diámetro de la pieza A es de 13 milímetros, mas 2 diezmilímetros, que numéricamente se expresa así: $0^m,0132$.

Como se comprende, hay calibradores de mucha exactitud dispuestos para apreciar extensiones más pequeñas todavía, y para cuyo uso es necesario servirse de una buena lente. De todos modos, estos instrumentos deben estar hechos con algun esmero, tanto por lo que toca á la bondad del metal de que se componen, como por la exactitud de la graduacion.

Superficies

Superficie de un triángulo.—Para determinar la superficie de un triángulo se multiplica un lado por la mitad de la perpendicular bajada á él desde el vértice opuesto; esta operacion se ejecuta midiendo con exactitud el lado que deba servir de base, y supongamos que tiene, por ejemplo, $1^m,348$; despues, bajando la

perpendicular referida, ó sea la altura del triángulo; supongamos tambien que nos da $1^m,815$; dividida esta cantidad por 2, se obtiene $0^m,907$, que se multiplica por la base $1^m,348$, obteniéndose la superficie del triángulo, ó sea un metro cuadrado con 223 milésimas de metro cuadrado.

En resumen: *la superficie de un triángulo se determina multiplicando la base por la mitad de su altura.*

Superficie de un cuadrado.—Para determinar la superficie de un cuadrado se multiplica el lado por sí mismo. Por ejemplo, supongamos que se desea conocer los piés cuadrados que tiene el metro cuadrado; para resolver este problema es preciso medir el metro con el pié, lo cual nos da 3 piés con 588 milésimas; cantidad que, multiplicada por sí misma, nos da 12 piés cuadrados con 874 milésimas de pié cuadrado.

Superficie de un rectángulo.—Se obtiene multiplicando la base por la altura, es decir, hallando el producto de dos lados correlativos.

Superficie de un polígono regular.—Se multiplica la extension completa de todo el perímetro por la mitad de la apotema. La apotema, en cualquier polígono regular, es la distancia del centro al punto medio de un lado.

Superficie del círculo: es igual á la relacion de la circunferencia al diámetro, multiplicada por el cuadrado del radio.—Supongamos que se desea conocer los centímetros cuadrados que tiene un círculo cuyo radio es igual á 4 decímetros: lo primero es reducir esta cantidad á centímetros, que es igual á 40; en seguida se eleva al cuadrado, ó sea multiplicar dicha cantidad por sí misma, resultando 1.600, la que se multiplica despues por π , ó sea 3.14159, relacion de la circunferencia al diámetro; efectuando esta última operacion, se obtiene para superficie del círculo 5026 centímetros cuadrados con 544 milésimas de centímetro cuadrado.

Superficie de un sector.—Se llama sector á la parte de un círculo comprendida entre un arco y los dos radios que pasan por sus extremos. *La superficie es igual á la extension del arco, multiplicada por la mitad del radio.*

Superficie de un paralelógramo: es igual al producto de su base por su altura.

Superficie de un trapecio: es igual á la mitad de la suma de sus bases, multiplicada por la altura.

Superficie de un cilindro recto (sin contar las bases): es igual al producto de su altura por el duplo del radio, multiplicado por la relacion de la circunferencia.

Superficie del cono (sin contar la base): es igual al producto de su arista generatriz por el radio de la base, multiplicado por la relacion de la circunferencia al diámetro.

Superficie de una esfera: es igual á la relacion de la circunferencia al diámetro, multiplicada por el cuadrado del diámetro.—Supongamos una esfera que tenga por diámetro 0,87 centímetros; su cuadrado será, segun sabemos, el producto de 0,87 por 0,87, igual á 0^m,7569, que se multiplicará por la relacion arriba dicha 3,14159, resultando para la esfera una superficie igual á 23.778 centímetros cuadrados.

2.º—REGLAS PRÁCTICAS PARA TERNIR Y PULIMENTAR toda clase de materiales

MADERAS

Imitacion del ébano.—Esta tintura, siempre negra, tiene por objeto la imitacion del ébano. Varias son las recetas que se conocen, y entre ellas daremos las más acreditadas. Se baña primeramente la madera con una disolucion de acetato de hierro en vinagre, y despues, alternativamente, se dan muchas capas con dicho acetato de hierro y la composicion siguiente:

Nuez de agallas quebrantadas.....	30 gramos.
Leño de campeche.....	8 —
Cardenillo.....	4 —
Sulfato de hierro.....	2 —
Agua.....	2 litros.

Estas sustancias se hierven y se filtra el líquido.

Otro color negro se obtiene haciendo hervir campeche en agua, y cuando toma un tono violeta, se añade un poco de alumbre. Esta disolucion se extiende con un pincel sobre la madera cuando todavía esté caliente, y de este modo adquiere un matiz violeta característico. Hecho esto, se ponen limaduras de hierro en vinagre, y á fuego lento se procura una disolucion, á la que se añade sal marina. Despues, con otro pincel, se extiende sobre la madera impregnada de campeche, consiguiéndose un color negro muy intenso á las pocas veces que se repita esta doble operacion.

Tambien puede emplearse este otro medio: se humedece la madera con ácido nítrico ó piroleñoso, y á falta de estos, con un ácido cualquiera; primeramente empieza la madera por oscurecerse y realzar su color natural, para concluir con un color negro que se hace cada vez más intenso.

Las verrugas del fresno, arce, aliso y boj, adquieren por este

procedimiento aspectos muy variados. Por todas las partes en que la madera presenta una estructura esponjosa, penetran mejor los ácidos é influyen alterando su color, lo que no sucede en otras más duras, que sólo atacan débilmente. Por ejemplo: basta humedecer ligeramente las verrugas de aliso y fresno con vinagre fuerte ó ácido nítrico muy débil, para comunicarle un color verdoso muy agradable. En general, cuando no se quiera obtener colores completamente negros empleando los ácidos, deben rebajarse los demasiado enérgicos, pues si no, como hemos dicho, concluyen las maderas por tomar aquel color.

Las maderas que mejor toman el color negro son, en orden de preferencia, el peral, el espinó de majuelo, el acebo, el nogal, el cerezo, etc.

Otra imitacion del ébano se obtiene dando á la madera dos ó tres manos de color, hecho de este modo: se hace hervir en unos 4 litros y medio de agua 8 onzas de palo campeche durante media hora, y despues se añade media onza de caparrosa. Cuando se proceda al barnizado despues de esta pintura, téngase presente que es necesario añadir al barniz algunas gotas de color negro, porque, de lo contrario, haria este adquirir á la madera un tinte parduzco de mal efecto.

Imitacion del nogal.—Para dar la apariencia de esta madera aun al mismo pino, se empieza por calentar la madera, y bien seca, se extiende sobre ella un par de manos de una solucion acuosa de extracto de corteza de nueces. Antes que se haya secado por completo, se la frota con una muñeca de trapo empapada en una solucion caliente de 10 gramos de bicromato de potasa, disueltos en 50 de agua hirviendo. Despues de bien seca la madera, se pulimenta por frotacion, segun diremos más adelante, y de este modo se alcanza una imitacion perfecta del nogal negro, que suele profundizar de 2 á 4 milímetros, segun la estructura de la madera preparada.

Imitacion de caoba.—Varios colores afecta esta madera, segun su procedencia, que pueden reducirse á tres tipos bien determinados, á saber: caoba clara con visos dorados, caoba roja clara y caoba oscura. La primera se imita con la infusion de palo del Brasil cuando se trata del sicomoro y el arce comun, y aun tambien se usa la infusion de rubia sobre el mismo sicomoro y el tilo. La segunda imitacion se consigue sobre el nogal con la infusion de palo del Brasil, y sobre el sicomoro con la de achiote y potasa. En cuanto á la tercera, se alcanza con la decoccion de palo del Brasil y rubia sobre la acacia y chopo; con disolucion

de gutagamba sobre el castaño viejo, y con disolucion de azafran sobre el castaño nuevo.

Imitacion del palo santo.—Se consigue la imitacion de esta preciosa madera sobre el plátano con una infusion de rubia, y sobre el sicomoro y el tilo con un baño de acetato. Con estas tres maderas así tratadas, se obtienen inmejorables resultados.

Colores rojos.—De varios modos se pueden obtener.

Se toman las pastas de *achiote* que se venden en el comercio, y tratadas con agua hirviendo, producen un tinte más ó menos subido, segun la cantidad del ingrediente que se haya tomado. Hecho esto, se prepara un baño en donde se sumergen las piezas, resultando estas con un color rojo amarillento muy aceptable.

Otras veces se hace uso del polvo de *rubia*, que se disuelve en agua caliente, pero no hirviendo; antes de introducir la madera en el baño, debe empaparse en una disolucion de alumbre.

Tambien se consigue este color extendiendo con un pincel una pintura hecha con pedazos de *ancusa*, disueltos en aceite de linaza algo caliente. No conviene excederse mucho en esta temperatura.

La *orchilla* produce tonos diferentes, desde el rojo vivo al violáceo, segun se prepare el baño. En todos los casos se disuelve esta materia en agua tibia, y si se desea un tono violeta, ha de añadirse un ácido, y si el rojo brillante, un álcali. De todos modos, debe empaparse la madera antes del baño en una disolucion de alumbre. Para conseguir un rojo muy vivo y agradable debe añadirse al baño una corta porcion de una sal de estaño.

El *palo de campeche*, dividido en astillas pequeñas y macerado en agua hirviendo, produce matices diversos, segun las cantidades empleadas. El tono rojo peculiar del campeche puede alterarse si se añaden otras materias colorantes. Para obtener mejores resultados con el campeche, conviene emplearle reducido á polvo.

Con el *palo del Brasil* puede obtenerse asimismo los mejores colores rojos. Bien dividido, se hace hervir en agua durante dos horas, en proporcion de una parte en peso de palo por diez de agua, aumentando ó disminuyendo, segun sea el color que se desee conseguir. Varíanse aun los matices en púrpura, añadiendo palo de campeche en la cantidad de un tercio, y en rosa poniendo amoniaco. Preparado el baño, se introducen las maderas, abandonándolas en él durante cuarenta y ocho horas por lo menos; en seguida se vierte el líquido á otra vasija; sin remover los posos se hace hervir de nuevo, y despues se extiende sobre la madera.

Antes de que se seque deben sumergirse las maderas en agua de alumbre para que adquieran un color rosa oscuro, que puede rebajarse aumentando la dosis de alumbre.

Por último, las recortaduras de la *lana escarlata* pueden emplearse en el teñido de maderas. Al efecto se cuece como un kilógramo de estas recortaduras en 8 litros de agua, cuidando mucho de retirar el fuego tan pronto como las lanas se hayan decolorado, pues si continúan hirviendo volverían á recobrar su primitivo color. En este baño se tiñen las maderas con un hermoso color rojo.

Colores amarillos.—Para conseguir estos colores se usan la *gualda*, los *granillos de Aviñon*, el *quercitron*, la *cúrcuma*, el *fustete*, la *goma guta* y la misma *orchilla* citada anteriormente, en esta forma: para obtener el color limon se disuelve la gutagamba en esencia de trementina, y empleando esta preparacion sobre el sicomoro, se tiñe de un hermoso color amarillo. Una variante de este color se obtiene con la infusion de *cúrcuma* sobre el haya, tilo y álamo blanco. Esta misma preparacion sobre el arce produce un amarillo lustroso muy agradable. Para obtener una madera de color anaranjado se emplea la misma infusion de cúrcuma con muriato de estaño sobre el tilo, y una disolucion de gutagamba ó infusion de azafran dan indistintamente al peral un matiz anaranjado, lustroso, subido, de muy buen efecto.

Colores azules.—Se pone un puñado de cal con 2 hectógramos de azul tornasol en un litro de agua, y se hace hervir una hora próximamente. Con este tinte se dan las manos que se necesiten para obtener el matiz azul deseado.

Otro azul se produce hirviendo, por espacio de una hora, 250 gramos de palo de campeche con un poco de óxido de cobre en un litro de agua. Repitiendo las inmersiones de la madera en este baño, se consigue un azul que es poco estable, volviéndose verdoso al cabo de algun tiempo.

Tambien se prepara otra tintura azul del modo siguiente: se muele *añil* lo más fino que sea posible, y se pone en ácido sulfúrico concentrado, calentándole antes y despues al sol ó á un fuego muy lento, hasta que tome la consistencia de papilla, en cuyo estado se agita por espacio de algun tiempo, y se deja expuesto despues al calor del agua hirviendo por espacio de nueve horas. Cuando se retira del fuego y esté frio, se añade potasa en polvo en igual cantidad que el añil empleado, que deberá estar, con respecto al ácido, en la proporcion de 1 á 8. Mezclado bien todo, se deja posar durante un par de dias, y cuando se vaya á emplear

este tinte, se deslie en agua, pues si no se alteraria la madera y se pondria muy oscuro el color; por lo demás, este tinte obra con mucha lentitud.

Colores verdes.—Se machacan dos partes de *verdete* ó *cardenillo* con una de *sal amoniaco*, y se disuelven en vinagre fuerte. Preparado así el baño, se sumergen en él las piezas que se traten de teñir, hasta que se penetren bien del color.

Otro medio de operar consiste en añadir agracejo á la disolucion de yerba-pastel, de tornasol ó de añil.

Tambien se obtendria un hermoso tinte verde disolviendo el polvo de cardenillo en vinagre fuerte, y añadiendo sulfato de hierro. Despues se ponen 2 litros de agua por 1 de este ingrediente, y se hace cocer por espacio de un cuarto de hora.

Barnizado.—Cualquiera que sea el color que se haya dado á la madera, siempre quedará empañado si no se cubre con una capa de barniz. Un buen barniz puede ser el formado por las materias siguientes:

Sandaraca.	4	hectógramos.
Mastique en lágrima.	2	—
Goma laca amarilla.	4	—
Alcohol de 36 á 40°.	3,50	litros.

Se trituran las resinas y se procede á su disolucion, agitándolas continuamente sin el auxilio del calor. Con objeto de agitar más las resinas, y por consiguiente, para que se disuelvan mejor, se suele añadir un peso igual al de ellas de vidrio molido.

Para barnizar se empieza por extender sobre la madera una capa muy ligera de aceite de linaza, frotando despues con un trapo de lana vieja que absorba el aceite excedente; si no hay de esta clase de trapos, pueden sustituirse por aserraduras de madera finamente tamizadas, ó si no, con unos papeles de estraza. En seguida se empapa una muñeca de trapos de lienzo, y sin perder un instante se frota el objeto que se trata de pulimentar, formando grandes círculos sobre la superficie. Al principio, ni debe recargarse mucho el barniz, ni frotarse con fuerza. Cuando el barniz se encoje, se pone con el dedo una gota de aceite de oliva, que se extiende bien sobre la muñeca. Se pone despues un poco de alcohol en un pedazo de lienzo limpio, y se frota con mucha suavidad sobre la madera barnizada; pero á medida que el lienzo y el barniz se secan, se frota más fuerte, hasta que la madera vaya tomando un aspecto brillante. Dos ó tres capas de barniz bastan para pulimentar perfectamente cualquier madera que no sea muy porosa.

Los objetos torneados son más fáciles de pulimentar colocándolos en el torno y aprovechando el movimiento propio del aparato. Al efecto, después de impregnarlos de aceite de linaza, se toma la muñeca de lienzo, y en ella se ponen unas gotas de barniz y un par de ellas de aceite, y moviendo el torno, se ciñe suavemente el trapo al objeto, corriéndole á derecha é izquierda á fin de no calentar demasiado un mismo punto; después se frota con el espíritu de vino solo y alguna gota de aceite de olivas.

Conviene emplear el barniz algo espeso cuando se emplea en el torno, y para ello lo mejor será prepararle desde luego bien concentrado, y quiere decir que cuando se haya de emplear en obras de ebanistería, se añadirá algo de espíritu de vino.

Cuando las labores son demasiado accidentadas, como en las obras de talla ó en molduras muy salientes, entonces no puede barnizarse con muñeca, y hay que recurrir al pincel á fin de llegar al fondo de dichos accidentes, por más que el sistema nunca produzca resultados tan brillantes ni mucho menos. Para barnizar de este modo se toma una brochita de pelo de tejón, ó de otro parecido, y remojada ligeramente en el barniz, se pasa deprisa sobre el objeto, haciendo llegar el barniz á todas partes, sin tener que volver á reparar faltas, pues se debe procurar el no repasar la brocha más que de una vez sobre un mismo punto. Sin embargo, una vez seca la primera mano, puede darse otra, hasta conseguir todo el brillo que se necesite y pueda darse por este medio, que nunca podrá compararse al que se consigue con la muñeca. Cuanto más límpido y más claro sea el barniz, mejores resultados se obtendrán. Se vende á alto precio un barniz cristal para el barnizado de carruajes de lujo, que realmente puede rivalizar con el de muñeca cuando las superficies en que se extiende están bien preparadas.

Para concluir lo concerniente á la madera, vamos á consignar las recetas que se conocen para tapar las resquebrajaduras ó grietas de ciertas maderas.

Mastic del tornero.—Con el barniz de brocha se hace una pasta, mezclándole con sandaraca y polvo fino de la misma madera que se torne.

Otro método de tapar las resquebrajaduras consiste en rellenar los huecos con una pasta de cola con polvos de aserraduras de una madera rojiza, como la caoba ó palo rosa, y después se introducen estaquillas de madera á martillo, untándolas antes con cola. Cuando esté bien seco todo, se sierran las estaquillas, y al torno se repasan perfectamente.

Por fin, el verdadero mastic del tornero se hace del modo siguiente: se toma

Pez de Borgoña.....	1 kilogramo.
Resina seca.	500 gramos.
Colofonia	500 —
Cera amarilla.....	60 —
Blanco de España.....	1 kilogramo.

Se funden á fuego lento todas las resinas, y cuando se nota cierta efervescencia, se menea con un palo; en seguida se echa el blanco de España poco á poco, sin dejar de menear; cuando la mezcla esté bien hecha, se introduce todo en un gran barreño de agua fria, donde no se dejará más que un instante; despues se amasa bien y se forman rulos que, cortados en trozos, se introducen dentro de un lebrillo de agua fresca. Todas estas operaciones deben hacerse rápidamente. Cuando el mastic resulta algo duro, se introduce en agua caliente antes de servirse de él.

Otro mastic más fácil de derretirse, y que por lo tanto debe usarse en invierno, se compone de

Pez de Borgoña.....	1 kilogramo.
Blanco de España.....	1 —
Cera amarilla.....	60 gramos.

MARFIL Ó HUESO

Tanto el marfil como el hueso pueden teñirse con los procedimientos que hemos dado para la madera, pero es mejor emplear otros especiales que vamos á enumerar.

Ante todo, es preciso que estos materiales estén perfectamente limpios de grasa ó polvo antes de proceder á ninguna operacion; lo mejor será teñir las piezas en el momento que salgan del torno.

Color negro.—Se enjuaga el marfil en una lejía alcalina, y se sumerge despues en una disolucion neutra y débil de nitrato de plata. Se expone el objeto á la luz hasta que se seque, y por último, se baña en una disolucion débil de sulfuro de amoniaco.

Color rojo.—Se pone cochinilla en infusion, y este líquido se añade á una disolucion de amoniaco. Antes de darle este baño, se introduce el marfil, durante algunos minutos, en agua acidulada con algunas gotas de ácido nítrico.

Otro medio para pintar de rojo, muy usado en las bolas de billar, es el siguiente: se toma orchilla seca, en pedazos del tamaño de avellanas, y se disuelve en un medio litro de agua, sirvién-

dose de una cápsula de porcelana, donde se coloca la bola ú objeto de marfil, de modo que esté sumergido del todo. Se añaden despues un par de gotas de ácido sulfúrico, y se va dando vueltas al objeto para que se tiña por igual. Cuando el baño se entibia, se retira del fuego y se deja todavía el objeto unos tres cuartos de hora sumergido en él. Despues se saca, se lava bien, se seca y se frota con un paño de lana, con lo cual adquiere el brillo correspondiente.

Color verde.—Se disuelve el *verde gris* en ácido acético dentro de un recipiente de cristal ó piedra, y en él se baña el marfil durante unos minutos.

Puede emplearse el mismo verde gris con sal amoniaco, dos partes del primero por una del segundo, disueltos en corta cantidad de agua.

Color azul.—Aparte del color índigo de los tintoreros, que puede aplicarse perfectamente para el marfil ó hueso, se da á este el color azul bañando el objeto en una disolucion débil de sulfato de índigo, préviamente neutralizado con carbonato potásico. Otro medio será introducir el marfil en una disolucion de azul de Prusia soluble.

Color morado.—Se baña el objeto en una disolucion débil de cloruro de oro, y despues se expone al sol para que se fije bien el color.

Color amarillo.—Para dar este color al hueso ó marfil se pueden emplear, entre otros, los dos métodos siguientes: primero, se baña el objeto préviamente y durante algunas horas en una disolucion de azúcar de plomo, despues se seca y se sumerge en otra de cromato de potasa; segundo, se emplea tambien la inmersión del objeto durante algunas horas en una disolucion de oropimente de amoniaco, y despues basta secarle en lugar caliente para que fije un color amarillo bastante agradable.

TINTAS PARA EL MARFIL Y EL HUESO

Se ponen 5 partes de nitrato de plata cristalizado en 40 de una disolucion de goma arábiga con agua. Esta tinta se pondrá en un frasco azul ó cubierto con papel grueso. La pluma con que se escriba no debe ser metálica.

Otra fórmula que da muy buen resultado es la siguiente:

Cocimiento de palo del Brasil.....	200 gramos.
Cromato amarillo de potasa.....	4 —

El cromato se disuelve en el cocimiento despues que se haga este. Dicha tinta sirve tambien para escribir sobre el plomo.

Para pulimentar el marfil ó el hueso basta frotar con cualquier trapo, y en seguida adquiere un brillo extraordinario. Pero tanto estas materias como la nácar, concha, cuerno y otras similares, se pulimentan, si se quiere, poniendo en el trapo un poco de blanco de España ó de cerato de esmeril, cuyo medio de prepararle expusimos debidamente cuando nos ocupábamos del afilado de las herramientas.

METALES

Siendo imposible el ocuparnos del pintado de los metales, la corladura, pavones, etc., por ser asunto que nos llevaria demasiado lejos, nos limitaremos al simple pulimento del metal despues de haberle dado con la herramienta la forma del objeto á que se destine.

Despues de haber repasado con las limas muzas de grano más fino cuando se trabaja á mano, ó despues de haber repasado con la herramienta llamada *plana* las estrías que producen los buri-les en el torno, veamos el medio de alisar las asperidades que aun dejan estas últimas herramientas de desgaste. Para el acero y el hierro se logra el pulimento echando polvos de esmeril en aceite, y untando en esta preparacion mucilaginoso el extremo de un palo corto de álamo blanco, se frotarán las superficies que se traten de pulimentar. Deben tenerse dispuestas varias cazuelas pequeñas, con su palo cada cual, en las que, por grados del polvo de esmeril se formen con el aceite preparaciones que sucesivamente deben emplearse en el pulimento, empezando por las del polvo más grueso, para concluir por las más finas que se hagan con el polvo impalpable.

En el comercio se vende el esmeril en polvo de todos los grados que se deseen. Es esta una sustancia mineral muy dura, capaz de pulimentar el acero templado, el cristal de roca, y por consiguiente, cualquier cuerpo duro que no sea el diamante.

Cuando se quiere llegar á un pulimento muy perfecto, se limpia bien la pieza del esmeril y se continuará del mismo modo la operacion, empleando el rojo de Inglaterra, que son unos polvos de un óxido de hierro especial, con varios grados de dureza, aprovechando los más blandos para los objetos de platería y quincalla, y los más duros para terminar el pulimento del acero mejor templado. Por fin, basta pasar una badana en seco con el polvo

impalpable del rojo de Inglaterra para que el acero adquiriera un pulimento admirable.

Como digimos al tratar del filo de las herramientas, existen papeles preparados con esmeril y aun rojo de Inglaterra, y piedras hechas con pastas de estas sustancias, y ruedas con cueros donde se extienden *ceratos de esmeril*, á fin de pulimentar á torno y á gran velocidad desde que se toma el objeto groseramente arañado por las herramientas de desgaste, hasta conseguir el abrillantado más perfecto.

Cuando se pulimenta una pieza al torno, de poco diámetro, se coge entre dos tablitas untadas con el ingrediente que convenga, y dando movimiento, se consigue pronto el pulimento. Para las molduras y filetes se tienen preparados palos, que se aguzan más ó menos, á fin de llegar á todos los accidentes del objeto.

El cobre, laton, plata, oro, metales blancos, etc., se pulimentan con más facilidad. Despues de las limas muzas se emplea el *apomazado*, que consiste en frotar el objeto con piedra pómez mojada en agua sobre una artesa ó cazuela, y en aquellas partes donde no pueda llegar la piedra, se pone barro de la misma pómez, y con un palo corto de álamo se frota, consiguiéndose el mismo objeto que si se restregase con la piedra. Despues se continúa, sustituyendo la pómez con carbon de pino, esta operacion, empleando el agua ó el aceite, y valiéndose de los mismos medios. Se emplea, por último, la *tierra podrida*, que es un polvo de naturaleza desconocida, que se debe usar en seco con una badana cualquiera, para dar la última mano á cualquier objeto de metal y conseguir el más hermoso pulimento.

Los *bruñidores de acero* se emplean tambien para pulimentar los metales; tienen formas más ó menos redondas, y basta frotar con ellos con fuerza y rapidez una superficie metálica, de acero mismo, para que en seguida adquiriera el brillo conveniente.

Otros bruñidores para los objetos de platería son las piedras *hematiles ó sanguíneas*, que de varias formas y hechuras se montan en mangos de madera, con largas virolas de hierro, ciñéndolas fuertemente. Del mismo modo que acabamos de decir emplean las bruñidoras estas herramientas, frotando con vigor las partes que han de pulimentar, si bien mojan las piedras de vez en cuando en agua de jabon, ó si no, cremorizada, y aun algunas otras tambien emplean los orines con igual objeto.

AGUA PARA LIMPIAR EL COBRE, EL LATON Y EL METAL BLANCO

Agua pura.....	1 litro.
Tierra podrida.....	30 gramos.
Acido oxálico.....	8 —
Acido sulfúrico.....	8 —

Se mezclan estas sustancias y se conservan en una botella de cristal. Cuando se deba usar esta agua basta pasar un trapito mojado en ella por el objeto para que se limpie por completo hasta parecer nuevo; tiene el inconveniente de dar al laton un color amarillo demasiado pálido.

Otro medio que se usa con frecuencia para limpiar las piezas de oro, plata, cobre, laton y metal blanco consiste en recocerlas á un fuego vivo, y despues, aun calientes, se sumergen en un baño de 12 partes de agua por una de ácido sulfúrico, y de este modo se limpian los objetos metálicos de la grasa ú otra cualquier suciedad con que resultan del trabajo.

BARNIZ DORADO PARA LOS OBJETOS DE LATON

Se disuelve goma laca en alcohol, añadiendo, para colorear, ácido pícrico y además un 1/2 por 100 de ácido bórico. Este barniz deja al laton con una capa de color de oro muy brillante y persistente mucho tiempo, segun asegura el Dr. Kaylor, autor de esta receta.

PROCEDIMIENTOS PARA EVITAR LA OXIDACION DEL HIERRO

Primero se hace un barniz del modo siguiente: disuélvense en medio litro de alcohol ó espíritu de vino 6 gramos de sandaraca y 2 de alcanfor, ayudando la operacion con un fuego lento, ó mejor con el baño-maría; despues se añade como media copa de esencia de trementina. En este barniz se deslíe una cierta cantidad de negro de humo ó polvos de imprenta. Formada esta mezcla, se dan con ella dos manos al objeto de hierro, y cuando estén bien secas, lo que se consigue mejor exponiendo las piezas al calor, se da una tercera capa con barniz solamente, que debió de separarse antes de hacer la pintura.

Otro procedimiento consiste en calentar muchísimo el hierro, en seguida introducirle en un baño de sebo, y, cuando está frio, se le engrasa nuevamente con aceite secante de lino. Despues se seca bien, y así queda preservado de toda oxidacion.

PROCEDIMIENTO PARA OBTENER DIFERENTES GRADOS DE POLVOS
PARA BRUÑIR

Cualquiera que sea la naturaleza del polvo que se obtenga por trituracion, siempre quedará molido de un modo imperfecto, constituyendo unos granos más ó menos sensibles, envueltos en un polvo impalpable que conviene separar en sus diferentes grados. Al efecto se deslíe todo en un vaso de agua ú otro recipiente mayor, y se agita bien el líquido; despues se deja posar algunos minutos; en seguida, con un sifon, se extrae cuidadosamente el líquido del vaso, sin remover el fondo, y se vierte sobre un filtro de papel especial que venden en las droguerías; colada el agua, se deja secar el filtro, y el polvo que queda en él será tanto más impalpable cuanto más tiempo se deje posar el líquido en la vasija antes de extraerle con el sifon. Con este sencillo procedimiento pueden obtenerse polvos tan delicados como se deseen.

TABLA DE LOS PESOS ESPECÍFICOS DE ALGUNOS CUERPOS

Se llama *densidad* de un cuerpo el peso del mismo en relacion con su volúmen, y *peso específico* el número que establece esta relacion comparando el peso del cuerpo con un volúmen exactamente igual de agua pura. Este líquido se supone á 4° de temperatura, y en ciertas condiciones que sólo interesan á las más altas investigaciones de la ciencia, pero sin aplicacion práctica á las necesidades ordinarias del taller.

Así, pues, suponiendo que un volúmen dado de agua, en dichas condiciones pesa la unidad (un kilógramo, gramo, libra, etc.), resulta que otro volúmen rigurosamente igual de las sustancias siguientes, pesaria:

De acero fundido.....	7,87
De hierro forjado.....	7,69
De hierro fundido.....	7,25
De bronce.....	8,45
De laton.....	8,55
De plata fundida.....	10,28
De plata forjada.....	10,56
De cobre fundido.....	8,57
De cobre martinado.....	8,89
De estaño.....	7,29
De oro fundido.....	19,26

De oro nativo.....	18,85
De ptatino.....	22,70
De plomo.....	11,40
De zinc fundido.....	6,80
De zinc laminado.....	7,20
De metal de campanas.....	8,80
De mercurio.....	13,60
De pino blanco.....	0,47
De pino rojo.....	0,65
De pino fresco.....	0,91
De aliso.....	0,50
De abedul.....	0,74
De boj.....	0,95
De encina seca.....	0,69
De encina fresca.....	0,97
De ébano negro.....	1,19
De ébano verde.....	1,21
De arce.....	0,67
De fresno.....	0,67
De palo santo.....	1,21
De haya.....	0,73
De alcornoque.....	0,24
De cedro.....	0,52
De noguera.....	0,66
De álamo blanco.....	0,39
De manzano.....	0,73
De abeto seco.....	0,56
De abeto fresco.....	0,89
De tilo.....	0,56
De asfalto.....	1,11
De ladrillo.....	1,40 á 2,20
De caoutchouc puro.....	0,93
De caoutchouc vulcanizado.....	1,50
De cok (en absoluto).....	1,40
De cok (contando sus huecos).....	0,55
De hulla (en absoluto).....	1,36
De hulla (contando sus huecos).....	0,90
De granito (piedra).....	2,80
De mármol.....	2,68
De arena ordinaria seca.....	1,64
De sal comun.....	2,20
De cristal.....	2,89
De flint-glass.....	3,33
De vidrio.....	2,63
De hielo á cero grados.....	0,92
De alcohol de 20°.....	0,79

De aceite.	0,95
De leche.	1,03
De vino.	0,99
De agua del mar.	1,03

Vamos á resolver un ejemplo práctico para evidenciar la utilidad de esta tabla.

Supongamos que se desea conocer el peso de una máquina, teniendo el modelo de madera con las mismas dimensiones. Sea de pino rojo, que es el pino comun de España, y fijese en 138 kilógramos su peso; vamos á calcular por la tabla anterior el peso del artefacto, suponiendo que deba construirse de hierro fundido.

Para ello se establece la siguiente proporcion: peso específico de la madera 0,65 es al del hierro fundido 7,25, como el peso dado del mecanismo de igual madera que conocemos, 138 kilógramos, será al que se trata de averiguar si fuese fundicion.

Aritméticamente se establece la proporcion de este modo:

$$0,65 : 7,25 :: 138 : x.$$

De donde, para averiguar el peso deseado, no hay más que multiplicar los 138 conocidos por el peso específico del hierro 7,25, y dividir el producto por el de la madera 0,65; de donde resulta que la máquina pesaría, verificando estas operaciones,

1.539 kilógramos.

Examinando dicha tabla, se observa que el metal más pesado es el platino, antes que el oro; que todas las maderas son más ligeras que el agua, excepto los ébanos y el palo santo, y por lo tanto, son las únicas que se sumergen arrojadas en dicho líquido; que el aceite sobrenada en el agua, por ser más ligero; que el vino se mezcla rápidamente con esta por ser su peso específico casi igual á la unidad, ó lo que es lo mismo, por tener ambos líquidos la mayor parte de las veces idéntica densidad; y por último, que pesando el hielo menos que el agua, dado su peso específico, es natural que floten los témpanos sobre las superficies de las vías fluviales cuando se verifica la congelacion de esta sustancia.

PESO en kilogramos de los hierros cuadradillos ó redondos por metro longitudinal de varilla ó barra

Diámetro ó lado	Hierro cuadradillo	Hierro redondo	Diámetro ó lado	Hierro cuadradillo	Hierro redondo
Milímetros.	Kilogramos	Kilogramos	Milímetros.	Kilogramos	Kilogramos
5	0,195	0,153	43	14,39	11,30
6	0,280	0,220	44	14,90	11,83
7	0,381	0,299	45	15,75	12,37
8	0,498	0,391	46	16,46	12,93
9	0,630	0,495	47	17,19	13,50
10	0,778	0,611	48	17,93	14,08
11	0,931	0,739	49	18,68	14,67
12	1,120	0,880	50	19,45	15,28
13	1,315	1,033	55	23,28	18,48
14	1,525	1,198	60	28,01	22,00
15	1,751	1,375	65	32,87	25,82
16	1,992	1,564	70	38,12	29,94
17	2,248	1,766	75	43,76	34,37
18	2,521	1,980	80	49,79	39,11
19	2,809	2,206	85	56,21	44,15
20	3,112	2,441	90	63,02	49,49
21	3,422	2,695	95	70,21	55,15
22	3,726	2,957	100	77,80	61,10
23	4,116	3,232	105	85,55	67,37
24	4,481	3,520	110	93,14	73,94
25	4,863	3,819	115	102,9	80,81
26	5,259	4,131	120	112,0	88,00
27	5,672	4,455	125	121,6	95,48
28	6,100	4,791	130	131,5	103,3
29	6,548	5,139	135	141,8	111,4
30	7,002	5,499	140	152,5	119,8
31	7,477	5,872	145	163,6	128,5
32	7,967	6,257	150	175,1	137,5
33	8,382	6,654	155	186,9	146,8
34	8,994	7,064	160	199,2	156,4
35	9,531	7,485	165	209,6	166,4
36	10,08	7,919	170	224,8	176,6
37	10,65	8,365	175	238,3	187,1
38	11,23	8,823	180	252,1	198,0
39	11,83	9,294	185	266,3	209,1
40	12,45	9,776	190	280,9	220,6
41	13,08	10,27	195	295,9	232,3
42	13,69	10,78	200	311,2	244,3

Resolvamos algun ejemplo práctico con aplicacion á esta tabla:

1.º Se desea conocer el peso de una barra redonda de hierro de 38 milímetros de diámetro y 4 metros con 6 centímetros de longitud.

En la casilla de los diámetros ó lados hallamos que para 38 mi-

límetros de diámetro pesa un metro corriente $8^k,823$, los que multiplicados por los $4^m,06$, nos da

35 kilogramos con 821 gramos

para el árbol que se pide.

2.º ¿Cuánto pesará un cuadradillo de hierro de 17, milímetros de grueso y de una longitud de $0^m,132$?

Búsquese en la primera casilla el número 17 y á su derecha hallaremos que el metro corriente de este cuadradillo pesa $2^k,248$; cantidad que debe multiplicarse, como en el caso anterior, por la longitud dada $0^m,132$, y otendremos el peso que se desea averiguar:

297 gramos.

Procedimiento gráfico para inscribir en un círculo cualquiera un polígono regular de un número dado de lados

Este problema suele ocurrir con frecuencia en el ejercicio de las artes, y por ello no dudamos en consignar aquí esta sencilla solución: trácese un diámetro, y sobre él, sirviendo de lado, constrúyase un triángulo equilátero; divídase el diámetro en el número de partes iguales que deba tener el polígono; tómense desde un extremo de él dos divisiones precisamente, y el punto que las determine se une con el vértice del triángulo construido, opuesto al diámetro; despues, prolónguese esta recta, de la otra parte, hasta que corte á la circunferencia, y sin más que unir dicho punto de interseccion con el extremo inmediato del diámetro, resulta el lado del polígono que se desea construir.

INDICE

	Págs.
Introduccion.....	5
PRIMERA PARTE.—Conocimiento de materiales.....	7
<i>Materias vegetales</i> .—Consideraciones generales sobre las maderas....	7
Maderas.....	15
Maderas exóticas casi desconocidas en el comercio europeo.....	22
<i>Materias minerales</i>	23
Metales.....	24
<i>Materias animales</i>	30
<i>Materias diversas</i>	36
SEGUNDA PARTE.—Herramientas y su empleo.....	38
Idea del torno.....	38
Movimiento de los tornos.....	44
Descripcion y empleo de los útiles y herramientas del tornero.....	51
Herramientas propias del tornero.....	54
Preparacion de las herramientas.....	57
Principios generales sobre el arte del tornero y empleo de las herramientas.....	62
TERCERA PARTE.—Tornos especiales.....	76
Modificaciones de los elementos de un torno.....	87
Tornos mecánicos.....	97
Máquinas de cepillar.....	107
Principios generales para el manejo de la máquina de cepillar.....	109

Máquinas de fresar.....	111
Medios de disponer y conservar las correas.....	112
Instalacion, reconocimiento y conservacion de un torno.....	115
Trabajos accesorios del tornero.....	119
Engranajes.....	122
Engranajes rectos.....	123
Trazado de los dientes.....	128
APÉNDICE.—1.º Elementos de geometría.....	141
Perpendiculares.....	142
Superficies.....	151
2.º Reglas prácticas para teñir y pulimentar toda clase de materiales.	153
Marfil ó hueso.....	159
Tintas para el marfil y el hueso.....	160
Procedimiento gráfico para inscribir en un círculo cualquiera un polígono regular de un número dado de lados.....	168

LOS VINOS Y LOS ACEITES

REVISTA QUINCENAL

DEL CULTIVO DE LA VID Y EL OLIVO, DE LA FABRICACION DE LOS VINOS Y ACEITES

Y DEL COMERCIO DE ESTOS CALDOS EN ESPAÑA Y EN EL EXTRANJERO

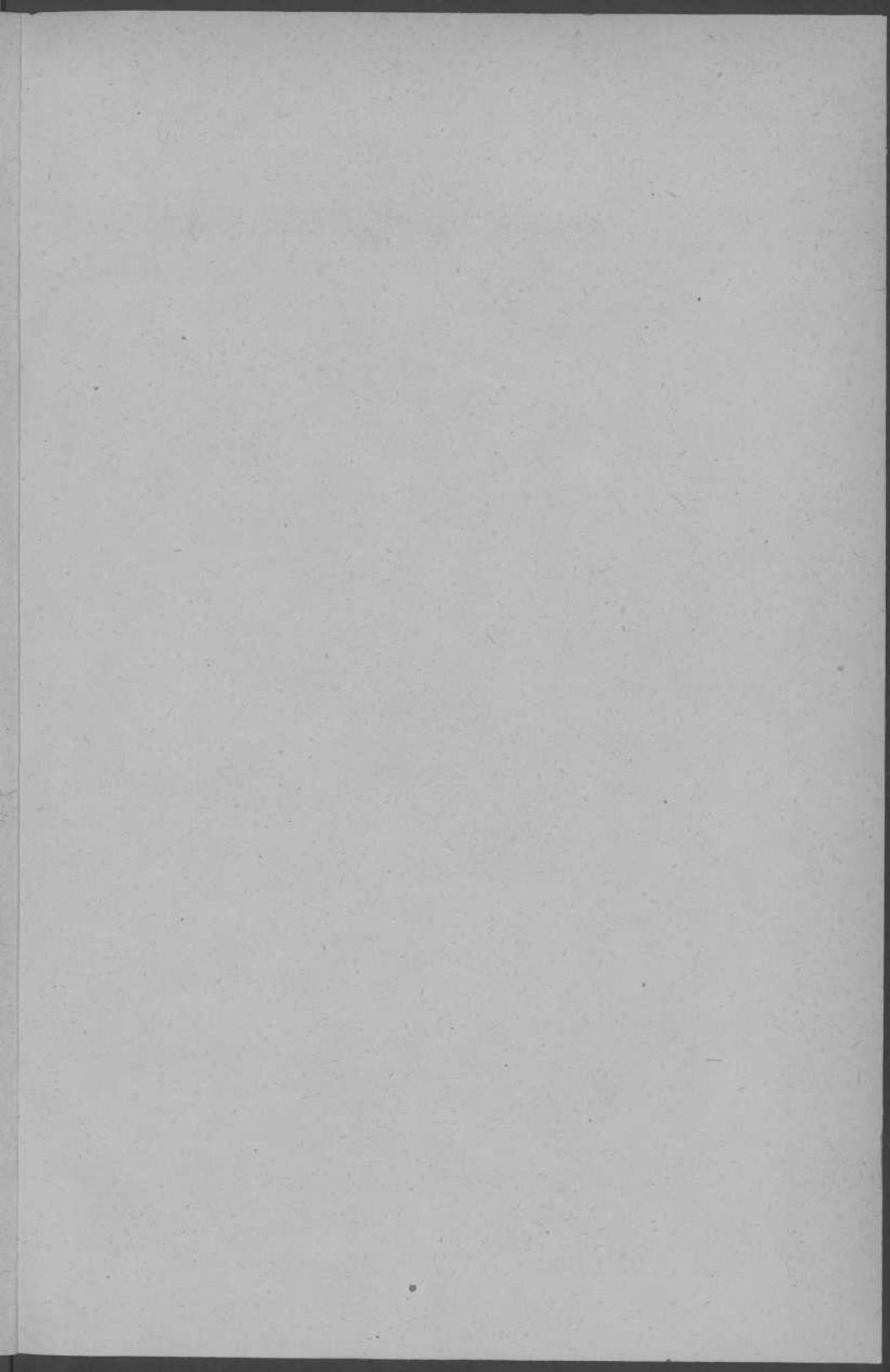
Precios de suscripcion.—Madrid, tres meses 12 rs.—Provincias, seis meses 26 rs.; un año 50 rs.—Extranjero, un año 70 rs.—Ultramar, un año 80 rs.

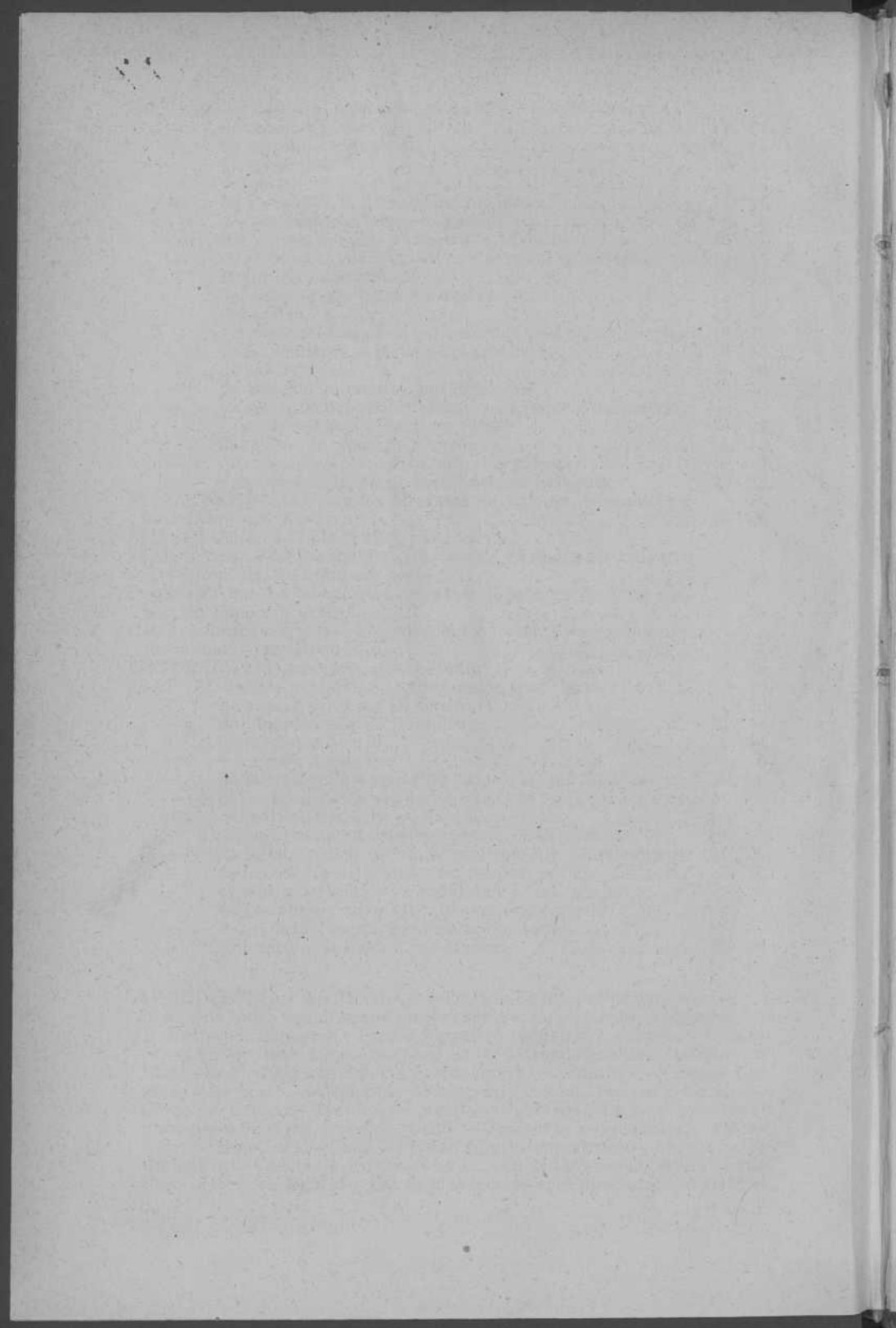
AGRIMENSOR (el) práctico, ó sea guía de agrimensores, peritos agrónomos y labradores, por Escoda (a)	18 y 20
APUNTES sobre los vinos españoles, por Gonzalez Alvarez.....	16 18
CALENDARIO del selvicultor.....	12 14
CRIA lucrativa de las gallinas y demás aves de corral. Incubacion natural y artificial, por Navarro Soler, con 130 grabados.....	20 24
CURSO de economía y contabilidad rural, por Hidalgo Tablada..	60 68
FABRICACION de jabones de todas clases, por Balaguer.....	12 14
MANUAL de albañileria.....	12 14
— de agricultura, por Sanz.....	14 16
— de agrologia, por Burgos.....	12 14
— de arquitectura, por Rojas.....	12 14
— completo de artes cerámicas, por Garcia Lopez.....	20 24
— de astronomia popular, por Miranda.....	12 14
— de barnices y charoles.....	12 14
— del cafetero y fabricacion del hielo artificial, por Figuer.....	10 12
— del carpintero de muebles y edificios, seguido del arte de ebanista, por Garcia Lopez.....	24 28
— del cazador, ó arte completo de caza, por Renard.....	12 14
— del cervicero y fabricante de bebidas gaseosas.....	12 14
— del cocinero, cocinera y repostero.....	8 10
— del confitero y repostero.....	12 14
— del constructor, con la parte legislativa de la construccion, por G. Lopez.....	16 18
— del cultivo del añil y del nopal.....	12 14
— del cultivo del café, cacao, vainilla y tabaco.....	12 14
— del cultivo de la caña de azúcar.....	12 14
— del cultivo y beneficio del tabaco, por Garcia Lopez....	12 14
— del curtidor y zurrador.....	12 14
— del diamantista y platero.....	16 18
— de economía doméstica, rural y curiosidades artísticas.....	8 9
— de efemérides y anualidades más notables, por Janer..	12 14
— del encuadernador y rayador de papel.....	16 18
— del fabricante de velas de cera y sebo.....	12 14
— de flebotomianos ó sangradores y dentistas.....	12 14
— del florista y plumista.....	14 16
— de fotografia con elementos de química aplicada....	12 14
— de esgrima, por Heraud.....	12 14
— del herrero y cerrajero, por Garcia Lopez, ilustrado con 114 grabados y 16 láminas con modelos.....	28 32
— del hojalatero y lamparista.....	12 14
— del jardinero-arbolista, por Sanz.....	8 10
— del jardinero-florista de ventanas, balcones y aposentos.....	6 7
— de juegos de sociedad ó de tertulia y prendas.....	8 10
— de laboreo de minas y beneficio de metales.....	12 14

(a) El primer precio de los marcados en este catálogo corresponde á Madrid, el segundo á provincias. Las remesas certificadas, 3 rs. más; sin certificar, no se responde de extravíos en correos.

MANUAL del licorista, ó arte de destilar y componer licores.....	10 y 12
— de magia blanca.....	12 14
— de mecánica industrial.....	12 14
— de mitología.....	12 14
— del molinero, por Gironi.....	14 16
— de pastelería, ó el pastelero moderno.....	14 16
— del pescador con anzuelo y redes.....	8 10
— del pintor, dorador y charolista.....	10 12
— de pirotecnia civil y militar, ó arte del polvorista.....	10 12
— de química divertida.....	12 14
— del relojero con todos los adelantos.....	12 14
— del sastre.....	12 14
— del secretario español, para escribir toda clase de cartas.....	10 12
— de selvicultura, ó escuela del arbolista.....	8 10
— de señoritas.....	14 16
— de tasacion de montes, por Paniagua.....	10 12
— teórico-práctico del veterinario inspector de mataderos y mercados públicos, por Prieto.....	16 18
— del tintorero y quita-manchas.....	14 16
— de urbanidad, cortesania, etiqueta y decoro.....	6 7
— práctico de análisis de los vinos, por Balaguer.....	10 12
EL EXTERMINADOR de los farsantes en jabones, cosméticos y específicos, por Navarro.....	24 26
EL PERFUMISTA-JABONERO, por Llofriu.	
<i>Primera parte.</i> —El perfumista: fabricacion de todos los artículos de perfumeria; un tomo con grabados.....	26 28
<i>Segunda parte.</i> —La jaboneria: fabricacion de jabones de todas clases; un tomo con grabados.....	36 38
MIL doscientos secretos.—Procedimientos, recetas y remedios útiles y nuevos, por Ronquillo.....	12 14
TINTÓRERO (El) moderno, por Jarman.....	44 48
TRATADO teórico y práctico de vinificacion, por Cortés.....	14 16
— de caza, escrito por D. Carlos Hidalgo.....	12 14
— del ingerto, por C. Boutelou.....	12 14
— de las flores, por id.....	20 24
— del conejo doméstico.....	4 5
— de la tipografía ó arte de la imprenta, por Giraldez.....	32 36
— del cultivo de la vid en España, por Hidalgo Tablada.....	18 20
— del cultivo del olivo en España, por id.....	16 18
— del cultivo de los árboles frutales en España, por id.....	18 20
— de la fabricacion de vinos en España y el extranjero.....	24 26
— de los prados naturales y artificiales, por id.....	18 20
— de administracion y contabilidad rural, por id.....	20 22
— de las abejas, su multiplicacion, etc., por id.....	12 14
— del ganado vacuno, por Prieto, dos tomos.....	32 36
— de tasacion de tierras, por Museros.....	22 24

LAS INDUSTRIAS AGRICOLAS.—Tratado de las que se explotan en España y de todas aquellas que pueden ser ventajosamente explotadas, por D. Francisco Balaguer y Primo, ingeniero industrial, químico y mecánico.—Contiene esta importante obra las industrias siguientes: Materias textiles.—Molinería y panificación.—Almidones.—Azúcares.—Vinos.—Cervezas y gaseosas.—Alcoholes.—Vinagres.—Gomas, resinas y esencias.—Corcho.—Tabaco.—Tintóreas.—Aceites vegetales.—Leches, mantecas y quesos.—Albúmina, gelatina y cola.—Conservas alimenticias.—Apicultura.—Sericultura.—Lana.—Piscicultura y ostricultura.—Abonos.—Gallinicultura. Consta de dos tomos en 4.º, con 410 grabados. Precio en rústica: 124 rs. en Madrid y 132 en provincias; encuadernada, 136 y 144 rs.





15

28

GUIA
DEL
TORNERO

5.417

PROVINCIA