BIBLIOTECA CIENTÍFICA RECREATIVA

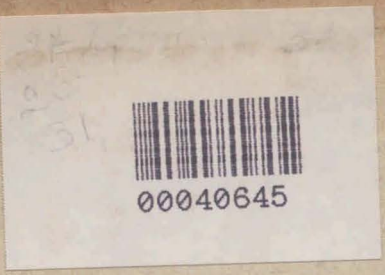
49. De Marsella a los Alpes.

Las Aventuras de Hugo. — VII.

Sucesores de Hernando. Arenal 11. Madrid.

Lit. E. Fernández González Córdova 17. Madrid.

K C-1 Luis 14



"LIBRERIA DEL COLEGIO"
BUENOS AIRES

BIBLIOTECA CIENTÍFICA RECREATIVA

LAS AVENTURAS DE HUGO

VII

DE MARSELLA A LOS ALPES

2P0'40

SARAH LLORENZANA

Año 1933

Las aventuras de Hugo

VII

DE MARSELLA A LOS ALPES

22.595

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

Madrid: 1913
Librería de los Suc. de Hernando
Arenal, 11.

ES PROPIEDAD

MADRID.—Imp. de los Suc. de Hernando, Quintana, 33.

LAS AVENTURAS DE HUGO

DE MARSELLA A LOS ALPES

I

Hugo, mecánico.

Los esfuerzos de la Ciencia y los previsores cuidados de los enfermeros resultaron infructuosos; nada se pudo hacer, sino alargar un poco la vida del paciente. Y al declinar de una tarde nebulosa y fría, de una tarde melancólica de noviembre, el ilustre caballero don Fermín de Miranda, el sabio pamplonés a quien tanto debía Hugo, dejó de existir.

El huérfano lloró con sincero y hondísimo dolor la muerte de aquel buen amo que había sido su maestro, y al que amaba como a un padre. Lloró también el pobre niño el desamparo en que le sumía esta desgracia. ¡Sentíase tan solo! Don Federico se había marchado a Navarra acompañando los restos de don Fermín, que sería enterrado en el panteón de familia. Muy

egoísta el tal don Federico, despidióse de Hugo sin manifestar la menor emoción ni cuidarse para nada de su suerte, entregándole como única recompensa por los desvelos y trabajos que había sufrido con la enfermedad del señor de Miranda, los libros que llevaba éste en su equipaje y cincuenta francos.

El rapazuelo agradeció mucho el regalo, que ni esperaba ni creía merecer; pero más hubiera estimado una frase de cariño, una leve demostración de que se interesaban por su nebuloso porvenir. Aquel indiferentismo, aquella frialdad desconsoladora helaban su tierno y abnegado corazoncito...

Uno de los camareros del hotel donde Hugo pasó un mes asistiendo a su amo, se compadeció de la suerte del niño y procuró remediar su abandono.

— Si quieres trabajar — díjole al chico — yo cuento con medios de proporcionarte el aprender un buen oficio. Tengo un pariente que es mecánico y trabaja en uno de los mejores talleres de Marsella; puede hablarle al patrón, y seguramente accederá a que entres de aprendiz. Además, mi primo es persona que entiende mucho de su profesión, ha leído un arsenal de obras y te daría excelentes lecciones.

Hugo aceptó gozosísimo la proposición del criado, y éste se apresuró a presentarle a su pariente Remi Blond. Era el mecánico un hombre

como de treinta y cinco años, alto, recio, de largas y enmarañadas barbas de un rubio pálido, y ojos azules de bondadoso mirar. Recibió muy bien al muchacho y le prometió recomendarlo con todo interés a su patrón. Y, efectivamente, fueron tan eficaces sus gestiones, que dos días más tarde Hugo estaba colocado con el jornal de un franco. ¡Un franco diario! Tal dicha le parecía un sueño... Y sin embargo, aquella cantidad resultaba muy exigua para cubrir todos sus gastos. Felizmente el buen Remi vino en su ayuda.

—¿Sabes lo que estoy pensando? —le dijo cuando le llevó la venturosa noticia—. Que podrías venirte a vivir con nosotros, con lo cual estarías mucho mejor. Me pareces un buen chico, me has sido muy simpático y encuentro sumo gusto en favorecerte. Qué, ¿te conviene?

Muy agradecido y muy contento, el rapaz trasladó su equipaje a casa del mecánico, dando gracias al Cielo por haber encontrado tan amable protector. Pero su alegría duró poco...

Blond vivía con su madre, una mujer corpulenta y ceñuda, de carácter tan áspero y dominante como dulce y humilde era el de su hijo. En el barrio todos temían y odiaban a la viuda Mme. Renata Blond, a la que llamaban la *tía Bigotes,* sin duda por burlarse del que lucía en su abultado labio superior y que, lo mismo que sus enormes dientes, dábale un aspecto de repulsiva fealdad.

Cuando vió a Hugo lo contempló un momento con ojos enfurecidos, y con voz ronca y fuerte preguntó a Remi:

— ¿Es este el mozuelo de que me hablaste? Pues ya te he dicho que no lo quería en casa. Por un franco diario no puede darse de comer a nadie, ¿entiendes? Ya te lo he advertido, alcornoque, y has hecho mal en desobedecerme.

Y la *tía Bigotes,* cada vez más exaltada y colérica, continuó haciendo cargos al pobre Remi, que la escuchaba sumiso y silencioso, y dirigiendo insultos al aterrado Hugo, que no se atrevía a levantar los ojos y sostenía con aire compungido sus maletas.

Cuando se calmó algo la violencia de aquel chaparrón de denuestos, Remi, siempre respetuoso y suave, trató de convencer a Renata de que el chico no les sería gravoso, y que, por el contrario, les ayudaría cuanto pudiese, porque a laborioso no le ganaba nadie.

— Con esa condición, sólo con esa condición de trabajar en casa todas las horas que le deje libre el taller, permitiré que se quede con nosotros. Pero, ¡que lo entienda bien!, no consentiré un minuto de pereza. Tendrá que barrer, que fregar, que hacer cuanto yo le ordene; y si tiene la desgracia de no darme gusto, si no me sirve bien, se acordará de Mme. Renata Blond. ¡Lo juro!

Y los ojos de la *tía Bigotes* centelleaban de furor.

—¿Es este el mozuelo de que me hablaste?

Hugo se avino a todo, aunque no dejaba de comprender que allí le esperaban todavía más martirios que en casa del tío Sidoro, aquel pariente que tanto le hizo sufrir; y se resignó a ser el criado de la famosa *tía Bigotes*, la mujer más mala de Marsella.

No le dejaba un instante de sosiego: le hacía trabajar día y noche, todas las horas que no estaba en el taller; le golpeaba por el más insignificante motivo; le tenía casi a dieta, y no le daba más que tres horas para dormir. Únicamente los domingos por la tarde le permitía que saliese un rato, que el desdichado niño aprovechaba para visitar en el hospital a su amigo *Barlovento*, aun no curado de su gravísimo accidente, o para dar un paseo en compañía de Remi, que se complacía en sostener con él instructivas conversaciones, tan amenas, tan gratas, que sólo por ellas y a pesar de lo que sufría con la *tía Bigotes*, Hugo no pensó en marcharse de aquella casa, verdadero infierno para él.

Blond era tan ilustrado, se explicaba con tal sencillez, con tan comunicativo convencimiento y tan atractiva dulzura, que sabía cautivar la atención de cuantos le escuchaban. Hugo lo entendía perfectamente, aunque se expresaba en un idioma distinto del suyo, y lo comprendía porque el francés se le había hecho familiar en el tiempo que llevaba practicándolo y porque no había abandonado nunca su estudio, facilitando

así la manera de comunicarse con las personas que lo rodeaban.

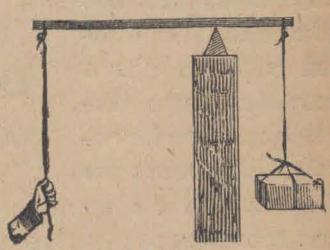
Respecto a su nuevo oficio, el huérfano demostraba la inteligencia y laboriosidad de siempre, llevando camino de ser un hábil mecánico. Sus maestros le querían y distinguían mucho, y sus compañeros lo consideraban como el mejor de sus camaradas.

Continuaba, en fin, inspirando a todos la misma honda simpatía que se derivaba de sus bellas cualidades. Únicamente la *tía Bigotes*, ajena por completo a aquella especie de atracción magnética, no cesaba de martirizarlo, convirtiendo su vida en un suplicio...

II

Máquinas.

— Señor Remi, acuérdese usted de lo que me ha prometido hoy, a la hora de comer, en la fábrica...

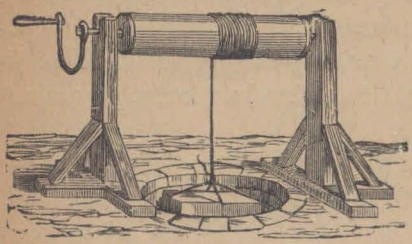


Palanca.

—¿La disertación sobre las máquinas? No me olvido, hombre, no me olvido; y aunque quisiera no podría, porque ya me lo has recordado tres veces en poco tiempo.

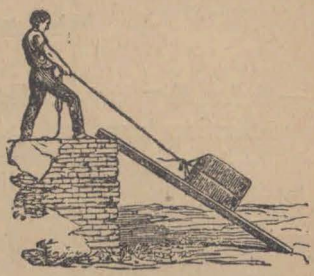
— Entonces...

— Estoy esperando a que acabes de arreglar la cocina y a que mi madre se retire a su habitación. Después iremos a dar una vuelta, y hablaremos cuanto quieras.



Torno.

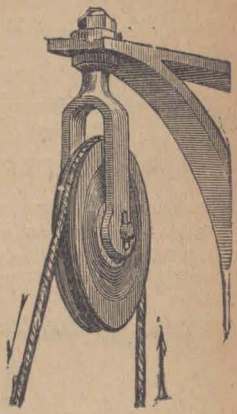
Así que la *tía Bigotes* se marchó a su dormitorio, Hugo y Blond salieron a pasear por los alrededores de la casa, pues la noche era tan hermosa y tibia como una apacible de primavera, y el mecánico, apurado por el niño, empezó diciendo:



Plano inclinado.

— La máquina es un aparato simple o compuesto de diferentes piezas fijas o movibles, cuya disposición permite recoger las fuerzas que desarrollan los cuerpos movidos por causas naturales, y al mismo tiempo las modifican y emplean útilmente. Así es que las máquinas no producen el movimiento:

por el contrario, gastan una parte del que reciben de los agentes naturales, por efecto del rozamiento, de la inercia o de su mala construcción o conservación.

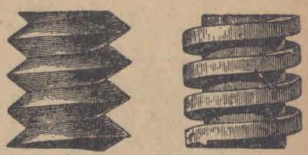


Polea.

Hay diversas clases de máquinas, que se clasifican según su disposición o según el agente que las mueve.

Cuña.

Las máquinas simples son: la *palanca*, el *torno*, el *plano inclinado*, la *polea*, la *rosca* o *tornillo* y la *cuña*.

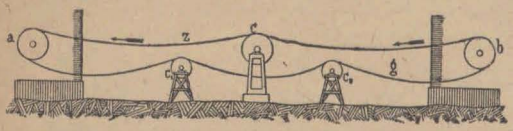


Tornillos.

Las compuestas resultan de la combinación de las simples, y varían extraordinariamente. Se cuentan entre ellas la *máquina funicular*; la *cabria*, que en los arsenales se conoce con el nombre de *machina*; la *grúa*, que es la misma cabria, pero dispuesta de modo que una vez elevados los pesos puede trasladarlos horizontalmente de un punto

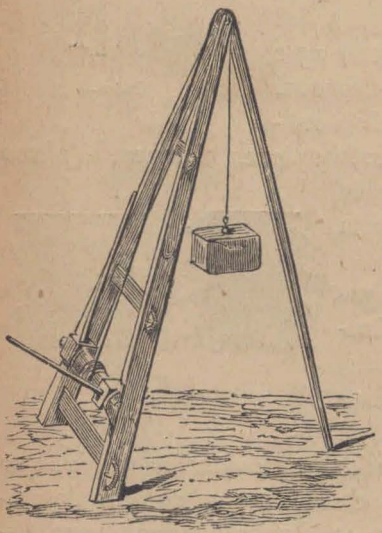
a otro; los *polipastos* o *trócolas*, el *tornillo sin fin*, el *cric* o *gato* y otras muchas.

Según la fuerza que utilicen, las máquinas se



Transmisión de la fuerza con una cuerda sin fin: *a*, polea de comunicación con el motor; *b*, polea destinada a mover la resistencia; *c*, soporte de la parte *z* de la cuerda sin fin; *g*, parte inferior de la cuerda apoyada en otros dos soportes.

dividen en *eléctricas*, *de vapor*, *de gas*, *hidráulicas*, etc.

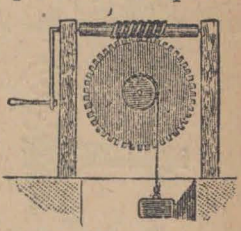


Cabria.

Las más importantes, por las distintas aplicaciones que de ellas se han hecho, debido a su fácil funcionamiento, son las de vapor, cuya construcción constituye, como sabes, una de las más notables industrias de Marsella, y a la que se dedica preferentemente la casa donde trabajamos.

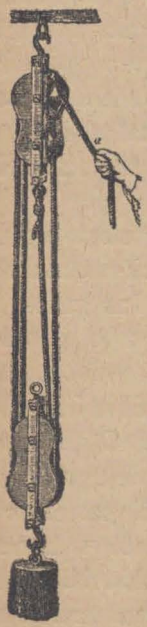
— Pues de ésas, sobre todo, deseo que me hable usted, señor Remi.

— Conforme; pero antes te daré unas explicaciones sobre el vapor, para que así comprendas con más exactitud lo referente a las máquinas.



Tornillo sin fin.

El vapor es el gas o flúido aeriforme en que se convierte el agua y otros muchos líquidos y sólidos sometidos a la acción del calor.

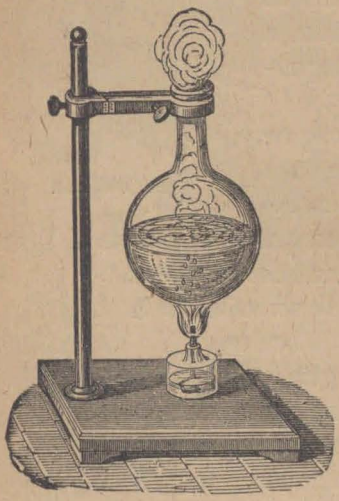


Polipasto o trócola.

Cric o gato.

El agua se vaporiza con tanta mayor rapidez cuanto más elevada es la temperatura, alcanzando su máximum a los cien grados, cuando está pura y la presión es la normal de setenta y seis centímetros. Entonces se forman en toda la masa líquida burbujas de vapor que ascienden tumultuosamente hasta la superficie, donde se deshacen esparciéndose en la atmósfera. Este fenómeno constituye lo que se llama *ebullición*.

Si disminuye la presión que ejerce en la superficie del líquido la parte de la atmósfera que se encuentra sobra ella, disminuye también la temperatura de ebullición; y en general ese fenómeno se produce en el agua, lo mismo que en todos los demás líquidos, siempre que la tensión de su vapor es igual a la presión que experimenta.

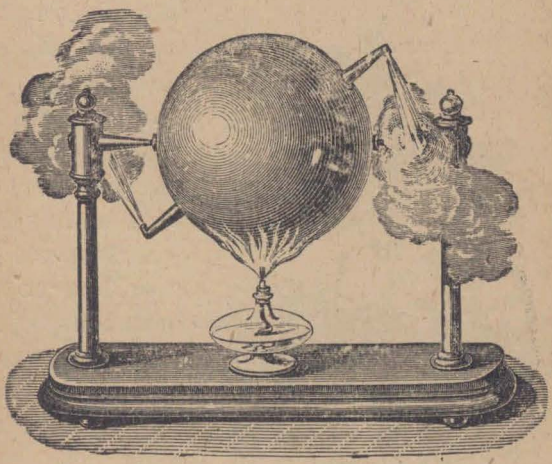


Ebullición.

Por efecto de la dilatación común a todos los gases, y que es lo que se llama *tensión, expansibilidad* o *fuerza elástica*, el vapor de agua ocupa mil setecientas veces el volumen que tenía el líquido; y este aumento de volumen, que lleva consigo el de la presión sobre las paredes del receptáculo que lo contiene, es lo que se utiliza como fuerza motriz en las máquinas de esta clase generalmente usadas, para lo cual se hace entrar el vapor en un cilindro donde hay un émbolo que adquiere por la acción de aquél un movimiento rectilíneo alternativo, que luego, y mediante di-

versos mecanismos, se transforma en circular continuo.

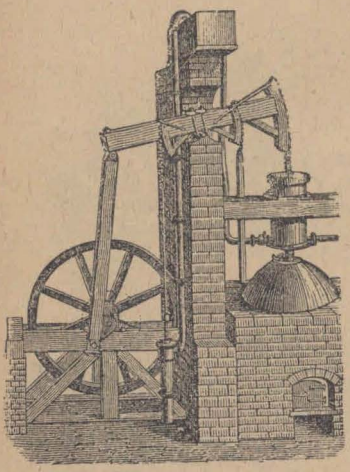
La fuerza elástica del vapor de agua era ya conocida en la antigüedad, y su primera aplicación la intentó en una especie de turbina, que se llamó *eolípila de reacción,* el sabio Herón de Alejan-



Eolípila de reacción.

dría. En tiempos más modernos ensayó Blasco de Garay, según parece, la navegación por medio del vapor. Estudiaron después el modo de utilizar la fuerza elástica del vapor, Salomón de Caus, Giovanni Branca, el marqués de Worcester, Papin y otros, hasta que Newcomen, combinando los anteriores descubrimientos, construyó la pri-

mera máquina útil, que fué de la clase de las atmosféricas y se empleó en los trabajos de las minas. Esta máquina se componía de una caldera dispuesta en el hogar de modo que las llamas pudieran rodearla; su parte superior servía de depósito al vapor y se comunicaba con un cilindro vertical abierto en el extremo opuesto. El émbolo ascendía por la fuerza del vapor y descendía por la presión atmosférica, después de verificarse la condensación del vapor contenido en el cilindro, mediante un chorro de agua fría. Ésta pasaba a un depósito inmediato, y se repetía de la misma manera el movimiento. La potencia de la máquina se utilizaba poniendo en comunicación el vástago del émbolo con uno de los extremos de un balancín que oscilaba sobre su parte media y terminaba en dos arcos de círculo; por último, el otro extremo del balancín llevaba



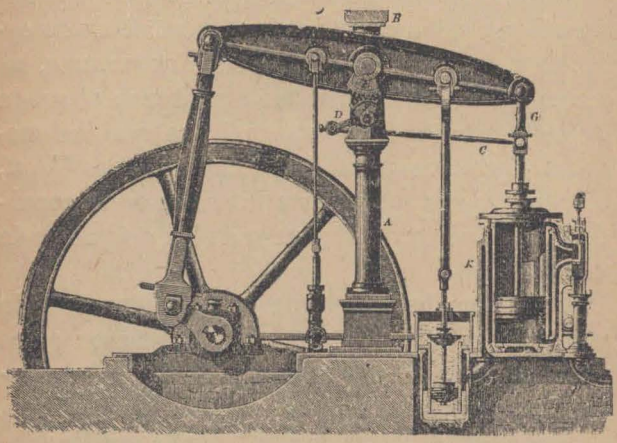
Primitiva máquina de vapor atmosférica, de Newcomen.

una cadena a la que iba unida una barra, que descendía hasta los pozos de la mina que se quería desaguar, y que estaba destinada a mover las bombas. Los defectos principales en esta clase de máquinas son la tardanza en verificarse la condensación en el cilindro y la que, por el enfriamiento de éste, sufre el émbolo en su ascenso, actuando la potencia por golpes repentinos y perdiéndose mucho calor por las alternativas de calentar y enfriar el cilindro. Por tales razones, las máquinas de Newcomen no alcanzaron el grado de perfección que se deseaba hasta que las modificó el célebre mecánico escocés James Watt, al que por sus numerosos inventos se le considera como el verdadero autor de las máquinas de vapor.

Éstas, que hasta entonces no habían servido más que para elevar agua, se convirtieron entre sus manos en un motor universal, capaz de substituir a los motores animados, siempre que haya necesidad de desarrollar una fuerza considerable.

Para reemplazar la máquina atmosférica de Newcomen, construyó Watt su *máquina de simple efecto*, en la cual sólo actuaba el vapor sobre una de las caras del émbolo. Pero las máquinas de vapor no podían llegar a ser un motor universal mientras no produjesen el movimiento de rotación de un árbol, movimiento que pudiera transmitirse a toda especie de mecanismo y que sirviese, por consiguiente, para efectuar toda clase de

trabajo. Mas para esto era indispensable que la acción del vapor no fuese intermitente como en la máquina de doble efecto; se necesitaba que el émbolo motor estuviese constantemente empujado por aquél, cualquiera que fuese el sentido en que marchara en el interior del cilindro. Y para

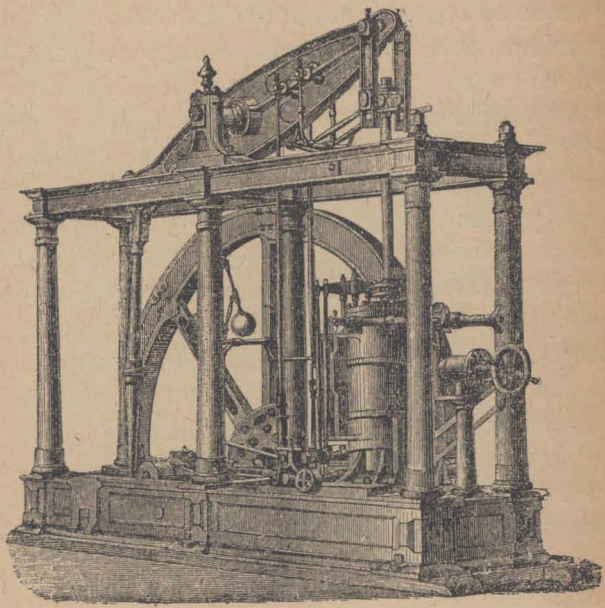


Máquina de simple efecto, de Watt.

llegar a este resultado imaginó Watt la máquina de vapor de *doble efecto*, que es la que bajo diversas formas se utiliza en innumerables fábricas, en los buques, en los trenes, etc.

Toda máquina de vapor se compone de siete partes principales, que son: *generador de vapor, aparato de la distribución del vapor en el cilin-*

dro, cilindro de vapor, aparato transmisor y regulador del movimiento del émbolo, aparato condensador del vapor utilizado, aparato de alimentación del generador y armadura de la máquina.



Máquina de doble efecto, de Watt.

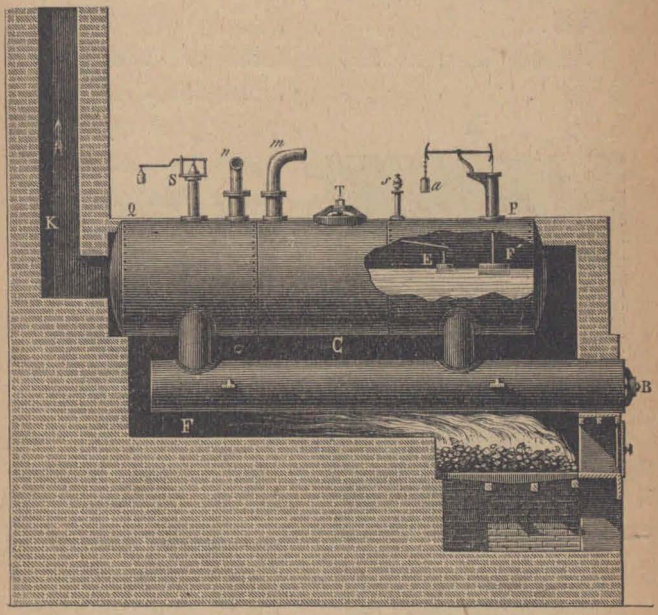
Cada una de estas partes principales comprende varios elementos, aunque algunos se suprimen en ciertas máquinas, para simplificar su funcionamiento. Los más importantes son, en el generador: la *caldera*, los *aparatos de seguridad* y

los *tubos de conducción del vapor al cilindro*. En el aparato de distribución: el *distributor*, con las piezas que determinan su movimiento, y el *moderador de la distribución*. En el cilindro, además de éste y sus fondos, se encuentra el *émbolo* con su *vástago*. En el aparato transmisor del movimiento están: la *guía* del vástago del émbolo, el *balancín*, la *biela*, la *manivela*, el *árbol* y el *volante*. En el aparato de condensación, el *condensador* y la *bomba de aire* con su émbolo; y en el aparato de alimentación, la *bomba de agua fría* y la *bomba de alimentación*—ambas con sus émbolos correspondientes— y los *tubos de conducción de agua*. En la armadura no se distingue ninguna pieza especial, y sus formas varían mucho según la disposición de las demás partes.

La caldera, fuente del trabajo motor en toda máquina, es el recipiente donde hierve el agua y pasa al estado gaseoso. Debe ser bastante sólida, con objeto de que pueda resistir la presión del vapor, para lo cual se construyen de palastro de primera calidad, utilizándose también con gran éxito el acero.

Las primeras calderas que se emplearon, que eran esféricas, tenían el inconveniente de ofrecer una superficie de calentamiento demasiado pequeña para una masa considerable de agua. Se usaron después de forma prismática, desechándose pronto a causa de la facilidad con que se rompían por las aristas; y por fin se adopta-

ron las cilíndricas, siendo una de las que más se emplean, cuando la máquina ha de permanecer fija, la llamada de *hervidores,* que consiste en un

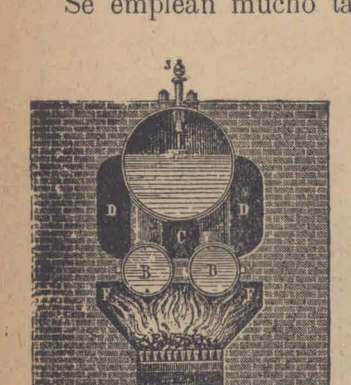


Vista longitudinal del generador de una máquina fija: PQ, caldera cilíndrica; FF, hogar; C, conductos que rodean a los hervidores; K, cañón de la chimenea que establece el tiro; S, válvula de seguridad; E, flotador del silbato *s*; F', flotador para indicar el nivel del agua.

gran cilindro terminado en sus extremos por dos casquetes esféricos y que comunica por su parte inferior, mediante unos tubos, con otros dos cilindros—que son los hervidores—de la misma lon-

gitud pero de mucho menor diámetro, que se hallan en contacto con el fuego del hogar y están constantemente llenos de agua, mientras que el primero la tiene solamente hasta poco más de la mitad.

Se emplean mucho también las calderas denominadas *tubulares* por el gran número de tubos que las atraviesan en toda su longitud, y se dividen en dos clases: *externas* e *internas*. En las primeras, que son las que se usan en los buques de vapor y en las locomotoras, la llama y el aire caliente circulan por el interior de los tubos, ocupando el agua el espacio que media entre ellos; en las segundas, por el contrario, el agua es la que ocupa el interior de los tubos, rodeando a éstos la llama y el aire caliente.



Sección transversal del generador de una máquina fija: FF, hogar; BB, hervidores; CDD, conductos que rodean a los hervidores.

En las tubulares internas se inutilizan rápidamente los tubos, debido a que a sus paredes se adhieren las substancias salinas y térreas que contiene en disolución el agua. Esos sedimentos,

que se llaman *incrustaciones,* perjudican notablemente a la resistencia de toda clase de calderas y entorpecen la evaporación del agua, por cuya razón debe emplearse ésta lo más pura posible, o de lo contrario evitar las incrustaciones, extrayendo cierta cantidad del agua que se halle ya muy cargada de sales, antes de que llegue a saturarse completamente, y reemplazándola con la que hay en el depósito de agua caliente, pues de no hacerlo así, podría ocurrir fácilmente una explosión, porque no estando el agua en contacto con la plancha metálica, ésta adquiere una temperatura sumamente elevada, y si por cualquier circunstancia se desprende la costra al tocar el agua a la parte incandescente de la caldera, se produce instantáneamente una gran cantidad de vapor cuya enorme presión no puede resistir aquélla, que estalla súbitamente, esparciéndose en todas direcciones el vapor y el agua hirviendo.

Puede ocurrir también una explosión a consecuencia del rápido descenso del nivel del agua en la caldera, por cuyo motivo debe observarse una continua vigilancia por parte del fogonero, para lo cual se ponen a su disposición aparatos que se lo hagan conocer a cada instante.

Entre esos aparatos se cuenta el *tubo indicador,* que es de vidrio y se adapta verticalmente a uno de los lados de la caldera, comunicando por sus dos extremos con el interior, y está colocado

de manera que el nivel del agua deba siempre corresponder casi a la mitad de su longitud. El agua entra libremente en este tubo por abajo, y allí toma el mismo nivel que en la caldera, lo que permite ver a cada instante la posición que ocupa este nivel.

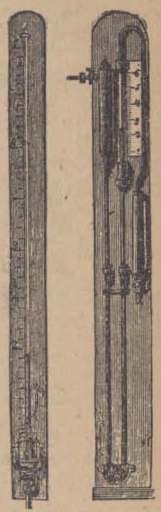
Se usan también dos grifos que se adaptan a la caldera en los puntos más alejados de la posición que debe tener constantemente el nivel del agua, y situados uno encima y otro debajo de este nivel: abriendo sucesivamente los dos grifos, debe salir agua por el más bajo y vapor por el otro.

Sin embargo, estos medios son completamente ineficaces si el fogonero se descuida en observar la caldera; y para llamar su atención se ha inventado un aparato denominado *flotador de alarma,* porque hace sonar un silbato que sirve de aviso.

Es también necesario que el fogonero pueda conocer a cada instante la fuerza elástica del vapor que hay en la caldera, a fin de activar más o menos el fuego de modo que mantenga esta fuerza elástica en los límites convenientes. Para tal objeto se emplean los *manómetros,* de los cuales uno de los más sencillos es el *de aire libre,* que se reduce a un tubo encorvado que contiene en su interior cierta cantidad de mercurio, y uno de sus brazos está en comunicación con la caldera, mientras el otro se halla abierto; cuando la presión del vapor en la caldera es de una atmós-

fera, el mercurio se eleva igualmente en ambos brazos del tubo, y a medida que aumenta o disminuye aquélla, se eleva o desciende el nivel en el brazo exterior.

Cuando el tubo es de hierro no puede verse la diferencia de nivel, y entonces se introduce en el brazo exterior un flotador con una varilla que sale fuera del tubo y señala la altura sobre una escala graduada.

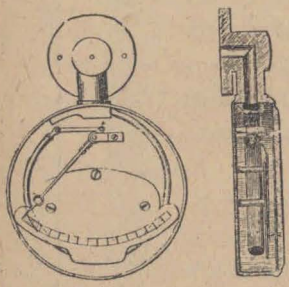


Manómetro de aire libre.

En las máquinas de alta presión no sirve este manómetro, a causa de la extraordinaria altura a que podría subir el mercurio en el brazo exterior; y en su lugar se ha ideado otro llamado *de aire comprimido,* el cual se diferencia del que te he descrito en que su brazo exterior está cerrado y contiene cierta cantidad de aire, cuyo volumen se dilata o reduce a medida que es mayor o menor la elevación del mercurio, y por consiguiente la presión del vapor.

Hay manómetros de otras clases, siendo uno de los más usados el metálico de Bourdon, que reemplaza con ventaja a los de mercurio, cuyos tubos de vidrio se rompen fácilmente, ocasionando la pérdida de su contenido.

La pieza principal del manómetro de Bourdon consiste en un tubo curvo de cobre, de sección elíptica, de paredes delgadas y flexibles, arrollado en espiral, y en cuyo interior se hace actuar la presión del vapor. Uno de los extremos de ese tubo está unido a un conducto que comunica con la caldera, y el resto no se halla fijo por ningún otro punto a la caja que lo contiene. Como la otra extremidad del tubo está cerrada, cuando el vapor de la caldera comunica con el interior del mismo, la presión que ejerce sobre sus paredes le hace desenrollarse, y por medio de una aguja va marcando en un cuadrante el número de atmósferas.



Manómetro de Bourdon.

El conocimiento de la fuerza elástica del vapor en la caldera, que suministran las indicaciones del manómetro, no basta para que se pueda apreciar el trabajo desarrollado por la acción del vapor sobre el émbolo, porque la fuerza elástica del vapor es ordinariamente más débil en el cilindro que en la caldera, a causa de las resistencias que experimenta siempre al ir de uno a otro. Por tal motivo, para darse cuenta exacta de la marcha de una máquina de vapor, se coloca en el cilindro

un instrumento especial, destinado a señalar a cada instante la tensión que tiene allí el vapor. Dicho instrumento se designa con el nombre de *indicador de Watt*, y se compone de un cilindro en el que se mueve un émbolo, cuyo vástago lleva un resorte espiral y encima un lápiz; en la parte superior muévese horizontalmente un tablero. Puesto en comunicación el extremo inferior del instrumento con el superior del cilindro de la máquina, cuando descienda el émbolo en este último se elevará el del indicador a causa del resorte y viceversa. En estos movimientos alternativos, combinados con los del tablero, resulta el trazado de una curva que indica la presión.

— Y las *válvulas de seguridad* de que he oído hablar, ¿para qué sirven?— preguntó Hugo, que escuchaba atentamente, sin perder una sola palabra de la explicación del mecánico.

— La válvula de seguridad—contestó Remi— sirve para que la tensión del vapor que hay en la caldera no ejerza sobre ella una presión mayor de la que pueda resistir.

Esa válvula está colocada en el extremo de un tubo vertical que comunica por su parte inferior con la caldera. Una palanca móvil alrededor de uno de sus extremos, se apoya sobre la cabeza de la válvula; en el otro extremo de esta palanca se suspende un peso calculado de manera que ejerza sobre la válvula una presión igual a aquella que experimentaría de abajo a arriba por parte del

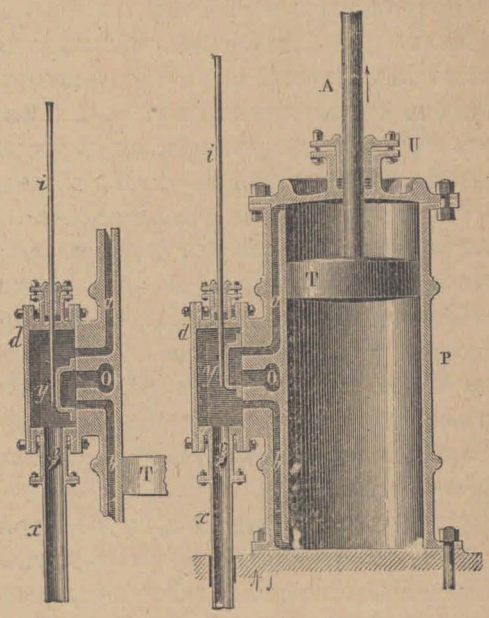
vapor, si su fuerza elástica llegase al punto que no debe traspasar. De modo que si esto sucede, el vapor empuja la válvula y sale al exterior, impidiendo la explosión de la caldera.

También se usan con el mismo objeto las *placas fusibles*, que substituyen al palastro o al acero de la caldera, en un trozo de sus paredes, y consisten en una lámina de plomo o de una aleación de otros metales que tenga la propiedad de fundirse, dando paso al vapor, cuando éste adquiera una tensión demasiado elevada.

Voy a decirte ahora cómo el movimiento rectilíneo alternativo del émbolo determina la rotación del *árbol motor*, que por medio de una correa sin fin transmite después la fuerza a los mecanismos que han de utilizarla.

El vapor sale de la caldera por un tubo que lo conduce a la *caja de distribución*, adosada a uno de los lados del cilindro y dentro de la cual se mueve una pieza llamada *corredera*, que permite la entrada del vapor en el cilindro alternativamente por encima y por debajo del émbolo, al que comunica un movimiento rectilíneo de vaivén; de este movimiento participa el vástago, que va unido, por medio de un paralelogramo articulado, a uno de los extremos del *balancín*, pieza de hierro muy pesada que lleva en su parte media dos muñones, apoyados en unos cojinetes, sobre los cuales toman un movimiento de oscilación. Del otro extremo del balancín parte una

biela, o sea una larga barra que se articula por su extremo opuesto con una pieza más pequeña



1. 2.

1. *x*, tubo de entrada del vapor; *d*, caja de distribución; *a* y *b*, tubos que llevan el vapor al pistón; *y*, corredera cerrando la abertura del tubo *b*; T, pistón. — 2. Cambio de posición del pistón al penetrar el vapor por el tubo *b*.

denominada *manivela*. La biela adquiere, impulsada por el balancín, un movimiento ascendente y descendente, del cual recibe la manivela otro

circular y continuo, que comunica al árbol motor—llamado también *de sustentación*—al que va unida. (Todas estas piezas se descubren fácilmente en las figuras de las páginas 20 y 21.)

En las máquinas modernas suele suprimirse el balancín, que ofrece muchas dificultades para su instalación, y se une directamente el extremo del vástago del émbolo a la biela, en cuyo caso el vástago necesita ser guiado en su movimiento para que no se incline, por la resistencia oblicua que experimenta por parte de la biela, en uno u otro sentido, según el lado del árbol a que esté colocada la manivela. Al efecto, el extremo del vástago está provisto de piezas especiales llamadas *patines*, dispuestas a cada lado de ese extremo, y destinadas a resbalar entre dos guías fijas. Esa clase de máquinas son las que se denominan *de patines*.

Todavía se ha simplificado más la transmisión del movimiento del émbolo al árbol motor, suprimiendo la biela y articulando directamente el vástago a la manivela. Para ello fué necesario hacer móvil el cilindro, con objeto de que el vástago pudiera determinar la rotación de la manivela. Resolvió este problema Cavé con sus *máquinas oscilantes*, en las que el cilindro oscila alrededor de dos muñones huecos que lo soportan, y que al mismo tiempo sirven para dar entrada y salida al vapor, simplificándose de este modo los aparatos de distribución.

Estas máquinas ofrecen poca seguridad, y son de corta duración.

Cuando el cilindro de las máquinas de vapor está colocado verticalmente, reciben el nombre de *verticales*, a cuya clase pertenecen las de Watt, Woolf y otras; y cuando el cilindro se halla dispuesto horizontalmente, se llaman *horizontales*, que son las más generalizadas en la actualidad por sus excelentes condiciones de solidez. A este género corresponden las locomotoras.

También hay máquinas en las cuales se interrumpe de vez en vez la entrada del vapor en el cilindro para aprovechar un resto de su fuerza elástica, en cuyo caso llámanse *de expansión*, mientras que cuando el vapor actúa sobre el émbolo con una fuerza elástica constante, se denominan *sin expansión*.

Si el vapor, después de actuar sobre el émbolo, se dirige a un recipiente donde se licua por medio de un chorro de agua fría, la máquina es *de condensación*, y *sin condensación* cuando el vapor, una vez producido su efecto, sale al exterior y se disipa en la atmósfera.

Por último, las máquinas de vapor se clasifican: en máquinas de *alta presión*, cuando aquél alcanza una tensión superior a cinco atmósferas; de *media presión*, si oscila entre dos y cinco, y de *baja presión*, si es inferior a dos y superior a una.

Y basta de máquinas, pues creo que con lo

dicho hay más que suficiente para que puedas formarte una idea exacta sobre ellas.

Los dos obreros tomaron el camino de su casa, pues se había hecho ya un poco tarde; y Hugo, satisfechísimo con los conocimientos que acababa de adquirir, durmió aquella noche más tranquilo en su pobre y helado cuartucho.

III

Granito.

«Entre las rocas de origen ígneo que más aplicación tienen en la industria, el *granito* ocupa el primer lugar. En el terreno primitivo es donde se le encuentra en masas considerables, formando grandes aglomeraciones y cadenas de montañas más o menos elevadas; pero también debe existir, y en enormes cantidades, en el interior de la tierra.

»El granito se compone de cristales, de feldespato, de cuarzo y de mica. El feldespato es, por lo regular, el elemento dominante, llegando a constituir las dos terceras partes de la masa.

»El color del granito es variable, porque los elementos que lo componen pueden mostrarse bajo diversos matices; sin embargo, su colorido resulta, generalmente, gris, rosa o rojizo.

»Al cuarzo y al feldespato deben los granitos su dureza; dependiendo de la disposición de los cristales la gran solidez que presentan, solidez que es tanto más grande cuanto más menudos y apretados aparecen los cristales.

»El granito se considera con justicia como la

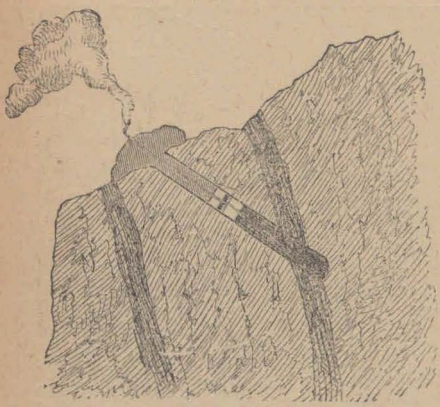
Bloque errático de granito.

piedra monumental por excelencia. Por lo menos es, en ciertas variedades, la más inalterable de todas las que pueden emplearse para construcciones.

»Adquiere un hermoso pulimento y conserva durante largos años el relieve de sus ángulos.

»La explotación del granito ofrece grandes dificultades, que no se pueden vencer sino con la ayuda de la dinamita. Y esas dificultades son todavía mayores cuando se quiere obtener bloques inmensos.

»Se emplea entonces, para desprenderlos, el método de las entalladuras: después de practicar en la piedra unas profundas ranuras, se introduce en ellas cuñas de madera, que se mojan cuando están suficientemente hundidas; la madera hincha al absorber el agua, y poco a poco la piedra se va hendiendo. Se continúa la operación, y no tarda en obtenerse un resultado satisfactorio, pues las rocas más duras y compactas concluyen por ceder.



Carga de un barreno.

»Existen otros métodos de explotación más modernos; pero el citado parece ser el que utilizaban ya en la antigüedad, porque todavía se observan señales inequívocas en las canteras próximas al Nilo. Así era como los egipcios extraían los blo-

ques de sienita y de granito que sirvieron para modelar esas estatuas colosales, esas esfinges misteriosas, esos monolitos que han causado la admiración de todos los siglos.

»Los granitos no siempre tienen la misma textura, ni igual proporción en sus elementos constituyentes, y ciertas variedades no podrían emplearse con éxito en la construcción de monumentos. Hay granito de pasta ordinaria, de grano poco apretado, que se desagrega con facilidad.

»La alteración del feldespato es la que determina la descomposición de esta roca de que hablamos, hasta que, poco a poco, acaba por desgranarse. La mica, y sobre todo el cuarzo, son, en cambio, indestructibles en cierto modo. Deben, por lo tanto, elegirse, para materiales de solidez a toda prueba, los granitos que abunden en cuarzo y mica, y cuyos granos sean más finos y apretados.

»Tiene el granito infinitas aplicaciones: se hacen muros, pilas, aceras, y constituye el empedrado de las calles en muchos países, reservándolo en otros para las construcciones a las que se desea dar solidez y duración.

»Los chinos hicieron de granito las torres de su famosa muralla; y una de las mejores ciudades de la América Meridional, Río Janeiro, tiene casi todos sus edificios de un hermoso granito gris, cuyas canteras existen en diversos puntos de la misma ciudad.

»En España, sobre todo en Galicia, no escasea tampoco el granito; pero las más notables explotaciones hállanse en el norte de Europa. Suecia, Noruega, Escocia e Inglaterra poseen magníficas y admiradas canteras.

»La mayoría de las canteras de granito están situadas en lugares accidentados y poco accesibles, resultando de ello que por las dificultades que ofrece su extracción y su transporte, alcanza muchas veces un precio demasiado alto, por lo cual no suele emplearse en gran escala sino en los países donde existen yacimientos de esta roca.

»Es frecuente que el vulgo designe con el nombre de granito a ciertas rocas que realmente no lo son, aunque provienen de él, que muchas veces se transforma, dando lugar a variedades que los geólogos distinguen, y entre las que figuran la *sienita* y la *pegmatita*, muy utilizables también.

»La *sienita* se compone esencialmente de feldespato y de anfibol, a los que se unen a veces el cuarzo y una pequeña cantidad de mica negra. Forma grandes masas transversales y es poco susceptible de desagregación.

»Sirve, generalmente, para los mismos usos que el granito; y como contiene poca o ninguna mica, adquiere un hermoso pulimento. También se la reserva para monumentos y construcciones de lujo y adorno.

»La sienita ofrece su tipo más perfecto en Egip-

to (de una de cuyas ciudades toma su nombre), en la parte superior del Nilo, y se la designa vulgarmente con el nombre de *granito rojo*.

»Con esta hermosa piedra construyeron los antiguos gran número de monumentos, como estatuas, esfinges, columnas, etc., que alcanzan tiempos remotísimos y que adornan hoy la mayor parte de los museos de Europa.

»El pedestal, en forma de peñasco, de la estatua de Pedro el Grande, en San Petersburgo, es un bloque de sienita que pesa 800.000 kilogramos; y existen igualmente otros monumentos de gran mérito, hechos en bella sienita rosa.

»La composición de la *pegmatita* no presenta, por lo regular, más que feldespato asociado al cuarzo. Viene a ser, en cierto modo, un granito sin mica. El cuarzo suele aparecer en ella en cristales alargados y como fijos en la materia feldespática, constituyendo la *pegmatita gráfica*.

»La pegmatita se emplea en las artes, pero está muy lejos de valer, en cuanto a la solidez, lo que las demás rocas graníticas. Se altera fácilmente, a causa de la gran cantidad de feldespato lamelar que entra en su constitución, y que se disgrega o se descompone por la acción prolongada de los agentes atmosféricos. En cambio, a esta circunstancia se debe la utilidad de la pegmatita en una rama importante de la industria; porque el caolín o la arcilla blanca, resultado de esa descomposición, sirve para fabricar la porcelana.

»Puede decirse, en general, que la mayor parte de las rocas graníticas no se utilizan en gran escala para las construcciones sino a falta de otros materiales; y aun así, se escogen con preferencia las que pueden labrarse más fácilmente, sin reparar en las cualidades que resultan del matiz de los granos y del pulimento; pero cuando se intenta construir monumentos imperecederos, entonces se buscan con sumo cuidado las rocas graníticas, cuya masa inalterable es susceptible de conservar la pureza de los contornos y el relieve de las aristas.

»Los granitos son especialmente las rocas de que el hombre puede servirse para comunicarse con toda seguridad, y a despecho del tiempo, con la posteridad. Los cuadros se borran y están expuestos, lo mismo que los libros, a destruirse por cualquier causa; los mármoles se corroen; los metales no están libres de fundirse. Únicamente algunas rocas graníticas escapan a todo género de destrucciones, pareciendo desafiar al tiempo, devastador e implacable.

»Prueba de ello son esos admirables monumentos del histórico Egipto, esas pirámides que llevan sobre sí tantos siglos, que han visto pasar tantas revoluciones, y sin embargo permanecen erguidas y fuertes, como si acabaran de ser construídas. Hay en la prodigiosa dureza de esta piedra algo de grandiosidad que recuerda la que se desprende de las cosas eternas.

»La excelente conservación de los jeroglíficos esculpidos en las rocas graníticas, debía convencer a las naciones modernas de la conveniencia de no confiar las inscripciones de sus monumentos más que a estas substancias indestructibles.

»Un vandalismo brutal destruyó en Roma gran número de estatuas y otras obras de arte antiguas; y la pérdida que de esto resultó para la Historia y para las artes, se debe a la naturaleza especial del mármol sacaroideo o estatuario, que por la calcinación se descompone, convirtiéndose en cal.

»No es, pues, ni sobre el mármol ni sobre el bronce donde los pueblos deben escribir los nombres de sus hijos ilustres; si quieren grabarlos en caracteres imborrables, que los esculpan sobre el granito, piedra modesta en apariencia, que no recibe sino difícilmente las caricias del cincel, pero que sabe guardarlas, desafiando a la vez el tiempo y la barbarie.»

Hasta aquí llegaba Hugo en su lectura, que seguía con avidez en uno de los libros heredados de su inolvidable don Fermín, cuando sintióse de improviso agarrado brutalmente por el cuello, mientras una lluvia de golpes caía sobre su bella cabecita. Una voz áspera y chillona, que él conocía muy bien, empezó a vomitar injurias y amenazas que le paralizaban de espanto, impidiéndole gritar.

—¿Es así como cumples tu obligación, bergante? — concluyó la *tía Bigotes*, pues ella era aquel demonio que tan bruscamente vino a interrumpir la grata lectura del niño —. ¿Es así como pagas el bien que te hago y que no mereces? Pues en castigo, desde mañana te suprimo el desayuno; y ahora mismito, sin perder ni un minuto, vas a sacar veinte cubos de agua del pozo del patio. Veinte, ¿oyes?, ni uno menos.

Fué en vano que el pobre huérfano le hiciese, o intentase hacerle, comprender que ya había terminado todas las tareas que le habían encomendado y que realizaba diariamente; y que sólo en un momento de descanso, y en espera de la hora de ir al taller, se había atrevido a entretenerse con su libro...

Nada consiguió, más que una nueva tanda de brutales golpes. Y con los ojos inundados de lágrimas y el corazón rebosando amargura, se alejó para cumplir la pena que acababan de imponerle.

IV

Manantiales.

— Hugo, si mañana quieres venir de paseo, te llevaré a casa de Mr. Fignard.

— ¿Mr. Fignard?... No recuerdo, señor Remi.

— Sí, hombre; ese señor de que te hablé el otro día...

— ¡Ah!, sí; uno que se cree sabio y que tiene la manía de dar explicaciones...

— Se cree sabio, y verdaderamente sabe mucho. Yo he aprendido a su lado todo cuanto sé, porque él no sólo me ha dado muy buenas lecciones, sino que me enseñó a estudiar, después de haber despertado en mí la afición al estudio. Seguramente que ha de gustarte Mr. Fignard; y como a él tanto le complace dar conferencias y a ti escucharlas, simpatizaréis al instante. Además, como tiene un parque tan hermoso...

— ¿Tiene parque? Entonces no hay más que hablar. Iremos a casa del sabio, aunque mañana pensaba visitar a mi amigo *Barlovento*.

Al día siguiente después del almuerzo, Remi Blond y Hugo encamináronse a casa de monsieur Fignard.

La vivienda era deliciosa, rodeada de extensos jardines y un inmenso parque. Allí habitaban solamente «el sabio» y una criada de bastante edad, la señora Juana.

Ésta salió a recibir a los visitantes, conduciéndolos con gran amabilidad a un saloncito del piso bajo, donde el señor se hallaba leyendo.

Se alegró mucho de ver a Remi, al que llamaba «su discípulo», y escuchó atentamente lo que de Hugo le contó el mecánico.

— Comeréis aquí—les dijo—; pero antes reco-

rreremos los jardines y el parque, pues este mocito no los ha visto nunca y creo que no le desagradará...

Mr. Fignard era sumamente simpático. Con su luenga barba de nieve y su aspecto patriarcal, atraía y subyugaba, y su voz grave y serena llevaba el convencimiento a los ánimos.

Hugo estaba encantado. Aquellos arbustos exóticos, aquellas estufas, aquellas fuentes caprichosas y artísticas... Parecíale un paraíso semejante lugar.

— ¡Cuánta agua! — murmuró asombrado al observar el gran número de fuentes.

— Mucha, sí. En el parque tenemos un manantial.

— ¿Un manantial?—interrogó curioso el huérfano —. Verdaderamente, eso es maravilloso... Yo no puedo explicarme cómo puede brotar así el agua, ni cómo hay tanta...

— Sí que es maravilloso—asintió el sabio, disponiéndose a endilgar uno de sus acostumbrados discursos —. Entre los mecanismos más admirables de nuestro globo, ocupan importantísimo lugar los empleados para relacionar la distribución de las aguas con la continua necesidad que de ese líquido experimenta la parte emergida de la superficie terrestre, a fin de atender a la conservación de la vida de los animales y de las plantas.

Existe un gran conducto — continuó, animándose — entre la superficie del mar y la de la tie-

rra; y ese conducto es la atmósfera, por medio de la cual se verifica un transporte continuo de agua dulce, extraída del agua salada del Océano, por efecto de la evaporación. En virtud de ese fenómeno, el agua asciende sin cesar en forma de vapor, y desciende convertida en rocío o en lluvia.

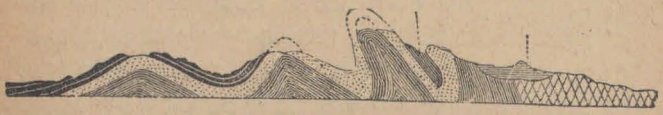
De esa agua, que baña así la superficie de nuestro globo, sólo una pequeña porción vuelve directamente al mar, en las épocas de las inundaciones, siguiendo el curso de los ríos. Otra parte, mediante la evaporación, es absorbida por la atmósfera; otra entra en la composición de los cuerpos organizados, animales y vegetales, penetrando la restante en la tierra, y acumulándose en sus intersticios para formar depósitos y lagos subterráneos; y esas aglomeraciones de agua son las que, subiendo gradualmente a la superficie de la tierra, bajo la forma de manantiales perpetuos, constituye la *alimentación ordinaria* de los ríos.

Apenas salida de la tierra, el agua de los manantiales se dirige hacia el mar; brota en delgados filamentos, que van engrosando sin cesar, formando arroyos y ríos que después de un curso más o menos largo terminan constituyendo golfos, cuyas aguas se mezclan con las del Océano, de donde procedían; y allí permanecen, tomando parte en todas sus funciones hasta que vuelven a ser llevadas por la evaporación a la atmósfera,

para recorrer de nuevo el mismo camino de antes.

No explicaré ahora cómo llena la atmósfera esa función tan importante en la economía de nuestro planeta, y me limitaré a exponer por qué disposiciones mecánicas los materiales sólidos del globo concurren con la atmósfera para efectuar la circulación de ese flúido, el más importante de todos.

Las capas terrestres ofrecen en su disposición dos circunstancias que tienen una gran influen-

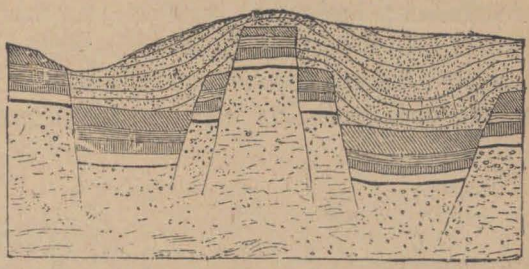


Capas de roca plegadas.

cia sobre la reunión de las aguas subterráneas en masas, que suben luego regularmente al exterior en forma de manantiales. La primera consiste en la alternativa que se observa de capas porosas de arena y de grava, con otras arcillosas impermeables; y la segunda, en las *dislocaciones* que han sufrido esas capas, y que han producido hendeduras y hoyos.

Las aguas se reunen en el interior de la tierra sobre capas superficiales de arena, que reposan en otras de arcilla. La lluvia que cae sobre un lecho de grava, va filtrándose a través de los

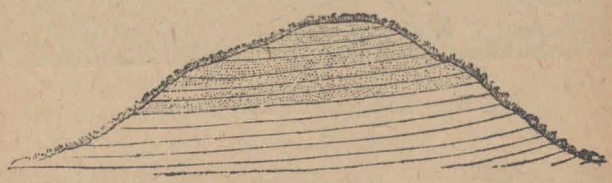
intersticios, y se reune en la parte inferior, formando fácilmente pozos subterráneos que rara



Capas de roca dislocadas.

vez se agotan, y esto sólo durante las grandes sequías.

Las acumulaciones de agua de tal naturaleza se manifiestan al exterior por manantiales situa-



Formación de manantiales en el límite de capas impermeables.

dos en los límites más bajos de cada lecho de grava.

El mismo fenómeno se observa en casi todas las capas permeables superpuestas a un lecho de

arcilla o de cualquier otra substancia impermeable. El agua de lluvia desciende y se acumula en las regiones bajas de cada capa porosa situada sobre arcilla, y brota al exterior de igual manera por manantiales perpetuos. De modo que la alternativa de lechos porosos con lechos impermeables, tan común en los terrenos estratificados,

Grandes capas levantadas y plegadas.

ofrece la mayor importancia en la hidráulica del globo, pues a esa disposición se debe el sistema universal de depósitos naturales, donde tienen su origen los manantiales, base de la fertilidad de los campos.

Los huecos o interrupciones que cortan esas capas de que acabo de hablar, facilitan asimismo

el derramamiento hacia el exterior de las aguas de esos depósitos, y multiplican los puntos por donde tal desagüe se verifica.

Se conocen dos sistemas de manantiales que deben su origen a la existencia de esas interrupciones: unos están alimentados por aguas que *descienden* de las partes más elevadas de las capas inmediatas a la interrupción o falta, la cual no hace más que interceptarlas en el camino que siguen y volverlas a la superficie, produciendo manantiales perpetuos.

El otro sistema hállase alimentado con aguas que *se elevan* por efecto de una presión hidrostática, de igual manera que los pozos artesianos, y provienen de capas que están en contacto con esas interrupciones o trastornos del terreno, a una profundidad muy grande, por lo regular.

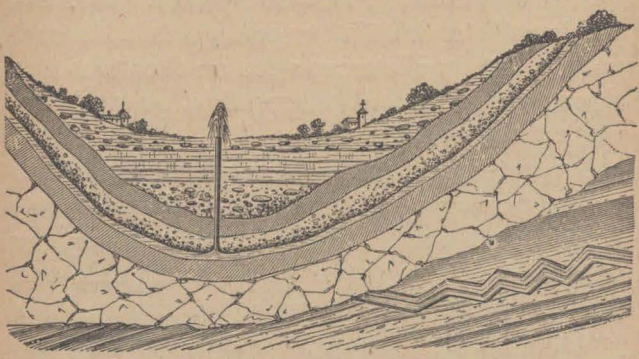
El agua llega a esta profundidad, ya por filtración, ya por pequeños canales subterráneos practicados en las referidas capas, y que parten de regiones lejanas más altas, de donde el agua desciende, hasta que la corriente se detiene por el encuentro de algún repliegue del terreno.

Además de las ventajas que resultan de esas disposiciones en la estructura del globo — y que tienen por objeto multiplicar casi hasta el infinito los conductos de agua que vienen a bañar la superficie —, existen otras que no son menos importantes para la especie humana, y que consisten en la facilidad que le ofrecen esas disposicio-

nes para procurarse *pozos artificiales* en todos los puntos de la superficie donde crea conveniente establecer su vivienda.

— Y esos pozos artificiales, ¿son los *pozos artesianos* que usted citó antes? — preguntó Hugo.

— Efectivamente; y se les dió ese nombre por-



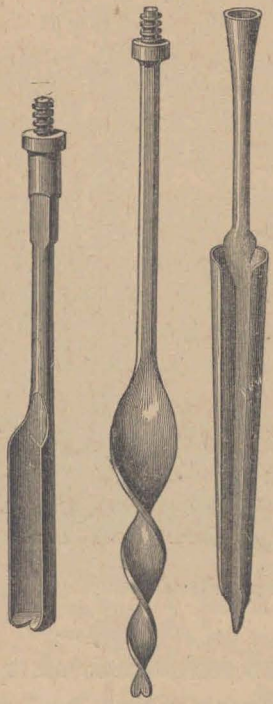
Pozo artesiano.

que empezaron a usarse en Artois *(Artesium)*, de donde se extendieron a todos los países.

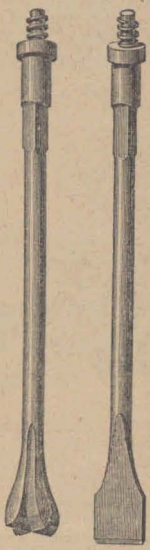
— ¿Y cómo se hacen esos pozos?

— Se obtienen horadando las tierras en cuyas capas inferiores existan depósitos de agua, que brotará por el estrecho agujero practicado con la sonda, subiendo hasta ponerse a nivel del punto más elevado de la columna de agua que la oprime, como sucede con los surtidores de los jardines, en los que, sin duda, te habrás fijado más de una vez. Comprenderás, teniendo en cuenta lo

que acabo de manifestarte, que esas aguas se elevan a diversas alturas. En algunas comarcas no



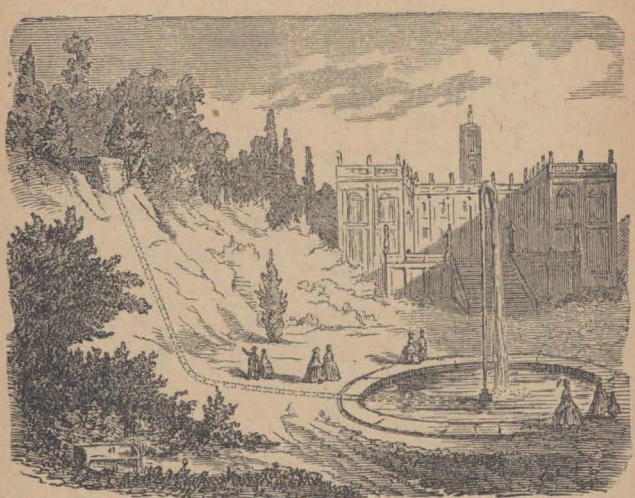
Barrenas de sonda para terrenos blandos.



Barrenas de sonda para rocas firmes.

llegan más que hasta la superficie; en otras, por el contrario, se elevan hasta una altura prodigio-

sa. Por consiguiente, la condición esencial para obtener un pozo artesiano, es la presencia de una capa permeable suficientemente levantada a su alrededor y asomando a la superficie; además,



Surtidor, que puede ser artificial o natural.

esa capa permeable debe estar situada entre dos capas impermeables.

Los sondajes profundos que se han hecho en diferentes ocasiones, han demostrado que existen algunas veces muchas capas de agua subterráneas superpuestas de esa manera, y conforme a la teoría del calor central, la capa más profunda

tiene siempre una temperatura más elevada que las otras.

La perforación de las tierras para la construcción de pozos artesianos, suele ocasionar gastos considerables; no es tan fácil encontrar esos depósitos de agua, que realmente sólo es probable hallar en los valles de la estratificación regular que presentan alternativas de arena y de arcilla, como en los terrenos terciarios.

Rara vez se busca el agua a grandes profundidades, porque en tales condiciones exigiría trabajos demasiado costosos.

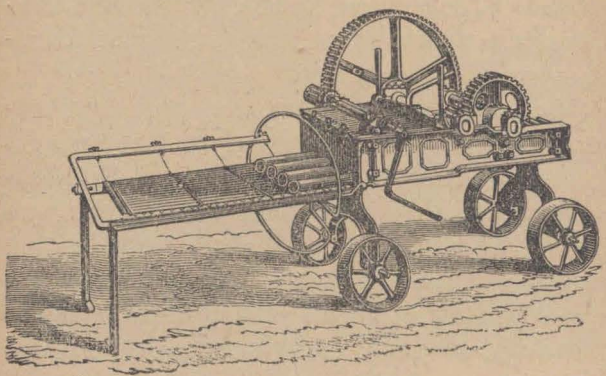
Afortunadamente se encuentran aguas que brotan a profundidades poco considerables; y gracias a los perfeccionamientos aportados a las perforaciones de gran diámetro, esos manantiales, que generalmente no se agotan nunca, prestan muy buenos servicios a la agricultura; y, según la opinión de ilustres sabios, no sería imposible, valiéndose de esas aguas, cultivar algunas partes de los desiertos de África.

En cambio hay terrenos demasiado húmedos que, lejos de necesitar pozos artesianos, lo que requieren, si han de hacerse laborables, es el concurso de *pozos absorbentes*. Éstos se abren en el centro de la parte más baja que se quiera desaguar.

Se realiza ese trabajo practicando antes una excavación circular cuyo orificio presente unos cinco metros de diámetro, que se disminuye a

medida que se desciende, a fin de que las paredes dispuestas en talud no se desplomen.

A una profundidad que rara vez pasa de cuatro o cinco metros, se detiene la excavación, practicándose en su centro una perforación que penetra más abajo de la capa de terreno impermeable. Se introduce entonces en el agujero hecho con la sonda un tubo de madera de olmo o de encina, y



Prensa para la fabricación de tubos de drenaje.

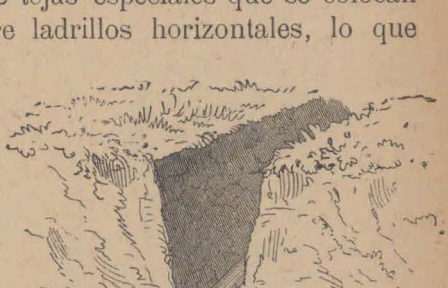
para prevenir el atascamiento del tubo, se recubre el orificio superior con pequeñas ramas de árboles; después se coloca encima una gran piedra plana, cuyos lados se apoyen sobre otras dos piedras laterales. Por último, se rellena casi por completo la excavación con piedras.

De este modo las aguas—que se tiene cuidado

de ir reuniendo por medio de zanjas hacia el pozo absorbente — desaparecen por infiltración.

— El drenaje viene a ser una cosa parecida — observó Remi —. Yo lo he visto practicar en Bélgica...

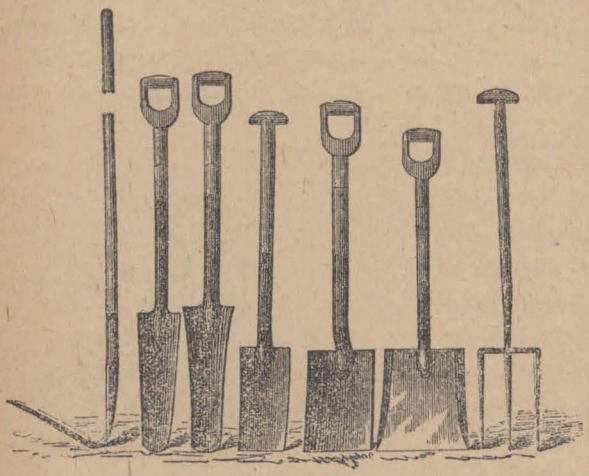
— El *drenaje* — se apresuró a decir Mr. Fignard — se diferencia de los pozos absorbentes en que las zanjas son más profundas y, sobre todo, en el empleo de tejas especiales que se colocan en arriate sobre ladrillos horizontales, lo que constituye un buen sumidero, porque el agua, filtrándose por los intersticios, se derrama siguiendo la pendiente natural que se da a esos conductos. También se utilizan todavía con mayor éxito tubos cilíndricos de barro, que se colocan lo mismo que las tejas, en el fondo de las zanjas, sobre un suelo bien unido. Esos tubos, de tres a diez centímetros de diámetro, están ajustados de extremo a extremo y recubiertos en su unión por una especie de virola; se les coloca a una profundidad de un metro a metro y medio y en el sentido de la pen-



Colocación de los tubos de drenaje.

diente natural de la superficie del terreno; después se les recubre de césped, de fajinas y de tierra, de modo que no se noten siquiera en el suelo.

Las zanjas, que se hacen lo más estrechas que es posible, distan unas de otras ocho o quince metros, según el grado de humedad del terreno;



Herramientas empleadas en el drenaje.

y los tubos que en ellas se colocan, en la forma que antes dije, desembocan, ya directamente, ya por medio de tubos colectores, en otras zanjas donde las aguas encuentran un derramamiento regular.

Cuando el drenaje se realiza en buenas condiciones, no sólo aumenta la fertilidad de las tie-

rras, al mismo tiempo que la cantidad de sus productos, sino que también permite modificar ventajosamente las amelgas.

El drenaje adelanta igualmente el crecimiento de las plantas y la época de su madurez; reduce la cantidad de abonos que han de emplearse; facilita el trabajo de los hombres y de los animales, y hace más perfectas las labores, ejerciendo también una influencia directa en la salubridad del clima, porque disminuye las nieblas y las fiebres palúdicas que producen las aguas estancadas, esas aguas que pierden su oxígeno, alteran las raíces de las plantas, neutralizan la acción de los compuestos salinos y desarrollan la vegetación de plantas parásitas, impropias para la nutrición del hombre y de los animales domésticos. Todo esto lo evita el drenaje, y más aún, pues sabido es que el exceso de humedad en la tierra disminuye el poder fertilizante de los abonos orgánicos, rebaja considerablemente la temperatura del suelo y se opone al acceso del aire atmosférico, cuya presencia es tan necesaria a las plantas alimenticias.

—¡Eh, señor! —gritó la cascada voz de la vieja criada, cuya alba cofia asomó entre los árboles del parque —. Hace un cuarto de hora que os busco para deciros que la comida está preparada y que acabará por estropearse si no venís pronto a la mesa.

—Bien, mujer, bien; pues ya vamos—contestó

—¡Eh, señor!... La comida está preparada.

bondadosamente Mr. Fignard —. Ya escucháis la orden, muchachos—añadió dirigiéndose a sus invitados —. ¡A la mesa!

Los tres, seguidos de la señora Juana, tomaron el camino de la casa.

— ¿Conque te ha gustado mi retiro, Hugo? — preguntó el sabio después de unos instantes de silencio.

— Estoy encantado, Mr. Fignard. Pero su conferencia sobre los manantiales no me ha complacido menos.

— A mí también me ha parecido magnífica la disertación — agregó el mecánico — ; pero de lo que no nos ha hablado usted, y yo no he querido interrumpirle para preguntar, es de los manantiales minerales y de los termales.

— Unos y otros — expresó el anciano — presentan caracteres muy distintos a los de aquellos de que ya os hablé. Los primeros, o sean los *minerales,* tienen sus aguas cargadas de materias extrañas a los terrenos de donde brotan, y los *termales* ofrecen una temperatura más o menos elevada. Éstas han llamado siempre la atención de los observadores, que buscaban la explicación de ese fenómeno en la descomposición de las piritas o en la proximidad de las fuentes a los volcanes. Hoy, que está comprobado que la temperatura aumenta a medida que se desciende al interior de la tierra, y que este aumento es de cerca de 1° por cada 33 metros que se bajen del punto

de temperatura media, se comprende que el calor de las aguas termales proviene de la profundidad a que se encuentran, profundidad que puede calcularse en cada lugar. A tales profundidades y a una temperatura conveniente, las aguas están en condiciones de actuar sobre muchos cuerpos y extraer materias que las distinguen de aquellas que proceden de filtraciones superficiales.

Las aguas minerales resultan muy variadas por la naturaleza de los principios que encierran, y brotan en gran número de localidades, donde son más o menos famosas desde el punto de vista médico.

Las aguas termales son también muy comunes; pero aquellas cuya temperatura llega hasta la ebullición, no abundan tanto.

Habían entrado en el comedor y se apresuraron a sentarse en torno de la mesa, donde Juana acababa de servir la humeante sopa — un exquisito puré de cangrejos —, que todos honraron cumplidamente.

La comida fué sabrosa y animada; y bien entrada ya la noche, Blond y Hugo se despidieron muy satisfechos y dispuestos a volver al domingo siguiente, aceptando la invitación de Mr. Fignard, que los había convidado a visitar una fábrica de azúcar que poseía no lejos de allí.

El huérfano estaba contentísimo, turbando sólo su alegría el recuerdo de la *tía Bigotes*, que seguramente lo recibiría obsequiándole con una buena ración de palos.

V

Azúcar y su fabricación.

Como aquel domingo la *tía Bigotes* hallábase invitada a pasar el día en un pueblecillo cercano, y no quería dejar a Hugo solo en casa, pues, según ella decía, muy bien pudiera asaltarle la despensa, le dió permiso desde muy temprano para que se fuese a pasear por la población y no volviese hasta la noche. Esto favoreció de un modo especial los proyectos del niño y de Remi —que supo encontrar una disculpa para no acompañar a su madre —; y cuando Renata se marchó, se apresuraron a tomar el camino de la finca de Mr. Fignard.

El sabio ya los esperaba impaciente, y se alegró mucho al verlos llegar.

—Vamos en seguida—ordenó después de saludarlos —. Almorzaremos allá y vendremos a comer a casa. Ya veréis, ya veréis qué buen día pasamos.

Juana los seguía cargada con un enorme cesto, donde llevaba la comida y los utensilios necesarios para servirla. Hugo se obstinó en ayudar a conducirla, y la buena mujer aceptó, rebosante de gratitud.

— Es un encanto este lindo español — repetía entusiasmada—. Es un verdadero ángel.

Llegaron a la fábrica y la recorrieron detenidamente, explicando Mr. Fignard a Hugo el empleo de los diferentes aparatos y máquinas que allí se veían, y prometiéndole una larga disertación sobre el azúcar y su fabricación, para después del almuerzo. Terminado éste, que tuvo lugar bajo un copudo castaño y cerca de una susurradora fuentecilla, Mr. Fignard empezó:

— El vulgo suele llamar *azúcar* a toda substancia de sabor dulce y agradable; pero en Química sólo se da ese nombre a los productos que se transforman, mediante la fermentación, en alcohol y anhídrido carbónico.

Caña de azúcar.

Los más importantes son: la *sacarosa, glucosa, maltosa, levulosa* y *lactosa,* especialmente la primera, que es el *azúcar común* y se encuentra en abundancia en la caña dulce, en la raíz de remolacha, en los tallos de sorgo y de maíz, en las palmeras y en los arces; conteniéndola también, aunque en menor proporción, muchos nabos, batatas, boniatos, etc.

El azúcar de caña se conocía ya mucho antes

de la Era cristriana, pues Dioscórides, Estrabón, Eginetes y otros, al hablar de los antiguos pueblos de la India, dicen que sus habitantes preparaban cierta bebida exprimiendo una especie particular de caña; y Erastótenes afirma que ese licor se solidificaba. De manera que, según todos los indicios, la caña de azúcar es originaria de Asia, de donde, al parecer, los sarracenos la trasladaron a Sicilia, pasando de este país a las islas de Madera y Canarias, que durante mucho tiempo surtieron a Europa del azúcar que consumía. Después del descubrimiento de América, los españoles la trasplantaron a este continente, donde antes no se conocía, como pudo comprobar, mediante sus investigaciones botánicas, el célebre Alejandro Humbold; y allí se aclimató con tal fortuna, que desde entonces fué América, y especialmente la isla de Cuba, el centro principal de la industria azucarera.

Pero a consecuencia de los numerosos trastornos políticos ocurridos a fines del siglo XVIII y principios del XIX, el azúcar de caña empezó a escasear, sobre todo en Francia y Alemania, cuyos Gobiernos, buscando el medio de solucionar el conflicto, ofrecieron crecidas recompensas a los que hallasen el medio de obtener azúcar de plantas indígenas. Se hicieron varias tentativas con diferentes vegetales, pero no dieron resultado satisfactorio, ensayándose entonces la extracción del azúcar de la remolacha, en la que Margraff

había observado la presencia de tal producto. Sin embargo, los primeros experimentos no tuvieron el éxito que se esperaba, pero poco a poco fueron perfeccionándose los procedimientos, y el azúcar así obtenido alcanzó gran aceptación.

Planta de remolacha.

El azúcar, ya provenga de la caña, de la remolacha o de cualquier otro vegetal, ofrece siempre los mismos caracteres: se presenta en cristales anhidros, prismáticos romboidales oblicuos, con apuntamientos diedros en un extremo. Estos cristales, que son inalterables en el aire seco, se reducen muy fácilmente a polvo, desprendiendo, mientras se trituran, una tenue fosforescencia que sólo se percibe en la obscuridad, y que se atribuye a una reacción en la cual las moléculas experimentan una ligera descomposición, siendo esta la causa de que el azúcar pulverizado endulce menos.

Cuando se somete el azúcar a una temperatura de 160°, se convierte en un líquido viscoso e in-

coloro, que al enfriarse forma una masa amorfa, transparente, llamada *azúcar fundido* o de *cebada,* y que es lo que constituye el *caramelo* de las confiterías. Pero el verdadero caramelo, aquel que los químicos conocen por este nombre, es una materia parda, delicuescente, de un sabor característico, entre dulce y amargo, en la que se transforma el azúcar a los 215°; a mayor temperatura se descompone completamente, dando todos los productos de las substancias vegetales y dejando un residuo carbonoso.

El azúcar no se disuelve en el éter ni en el alcohol anhidro, pero sí en el hidratado, y tanto más cuanto mayor es la cantidad de agua que contiene éste, porque en el agua es sumamente soluble. La disolución saturada en frío resulta viscosa y tenaz, y cuando se mantiene durante algún tiempo a una temperatura próxima a 100°, no cristaliza, constituyendo lo que se llama *jarabe* o *almíbar,* y en las fábricas *miel;* pero si llega a hervir forma al enfriarse una masa blanca, sólida, compuesta de pequeños cristales aglomerados, propiedad que pierde si se le agrega una corta cantidad de ácido oxálico.

Si se prolonga durante quince o veinte horas la ebullición del jarabe, se produce el *azúcar invertido,* que es una mezcla, en partes iguales, de glucosa y levulosa; y lo mismo se consigue hirviendo sólo durante unos minutos el almíbar con unas gotas de ácido sulfúrico o clorhídrico.

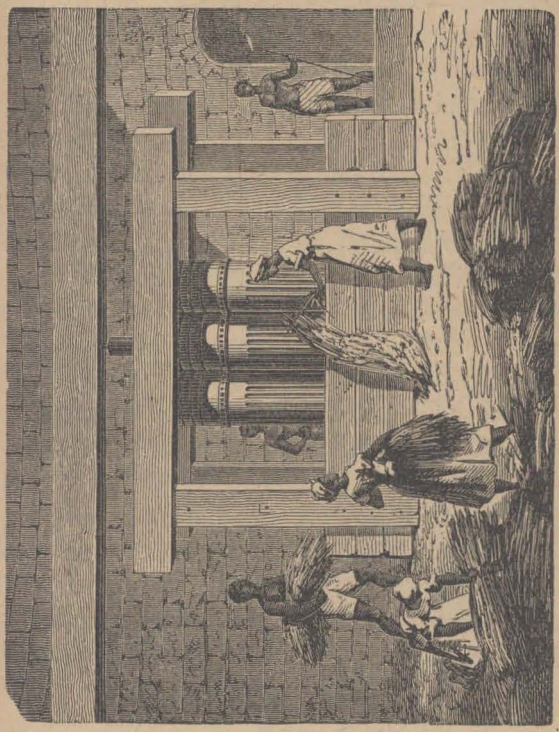
Adicionando ácido arsenioso al jarabe, toma éste una coloración rosada al principio, purpúrea después y por último parda.

Durante mucho tiempo se creyó que el azúcar

Molino para exprimir la caña de azúcar. (Parte exterior.)

era el contraveneno del cardenillo y de las sales de mercurio; pero no sucede así, puesto que no tiene la propiedad de descomponer estas preparaciones en el estómago.

El azúcar es un alimento respiratorio y muy digestivo, tomado en pequeñas dosis; pero careciendo de nitrógeno, pues sólo está formado por



Interior de un molino de caña de azúcar.

carbono, hidrógeno y oxígeno, no sirve por sí solo para sostener la vida.

— ¿Y cómo se extrae el azúcar de la caña? —

interrogó el muchacho, cuya impaciencia no le permitía esperar a que buenamente se lo explicaran.

— No tengas tanta prisa, hombre; ya pensaba explicártelo — replicó Mr. Fignard, a quien no agradó mucho la interrupción—. La madurez de las cañas – que tiene lugar doce o catorce meses después de haberlas sembrado — se reconoce por el matiz amarillento que toman en casi toda su longitud. Se cortan entonces por su parte inferior, se las priva de la superior, llamada *ragua,* que no contiene azúcar, y se dividen en trozos de un metro próximamente, con los que se hacen manojos que se llevan a los *trapiches* o molinos de extracción del jugo. Los que se usan modernamente están formados por tres cilindros horizontales de fundición muy dura, de los que dos, llamados uno *alimentador* y *prensador* el otro, tienen en sus extremos unas piezas que sostienen al tercero, el cual viene a quedar sobre ellos y es el que recibe el movimiento de una máquina de vapor, una rueda hidráulica u otro motor cualquiera, transmitiéndolo a los inferiores por medio de engranajes. Suele ser acanalado, lo mismo que el alimentador, con el fin de que agarren más fácilmente las cañas. Estas se extienden sobre una tela sin fin, que las deposita en la *tolva de alimentación,* plancha de hierro colocada en declive para que aquéllas puedan deslizarse fácilmente hacia los cilindros, que al girar con una

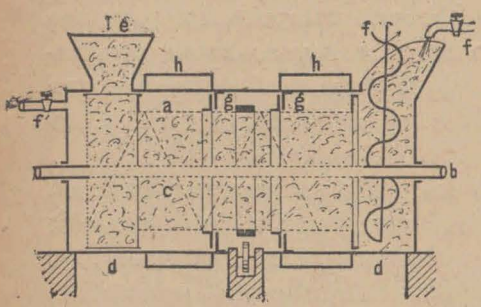
velocidad que no debe ser muy grande para que el jugo tenga tiempo de escurrir, las someten a una enérgica presión.

El jugo obtenido, al que se da el nombre de *guarapo,* sale del molino por unos canales de madera forrados de plomo o de cobre, que van a parar a las *calderas de defecación,* mientras que las cañas ya exprimidas, que se denominan *bagazo,* van cayendo al suelo, de donde se recogen para secarlas al sol y emplearlas después como combustible.

Cuando sale del molino el guarapo, es de un color verdoso, de sabor dulce y olor agradable; está muy turbio y cubierto de una espesa capa de espuma. Se compone de dos partes: una sólida, en la que se encuentran residuos de caña, cierta fécula verde, ácido málico, pectina y azúcar cristalizable e incristalizable, y otra líquida, que deben separarse inmediatamente, porque de lo contrario la primera determinaría la fermentación de la segunda a expensas del principio dulce que contiene; pues aunque una vez separadas puede también desarrollarse en el jugo la fermentación, ésta es entonces la fermentación alcohólica, característica de los azúcares.

Se extrae igualmente el jugo de la caña por otros procedimientos, siendo uno de los más usados el de *difusión,* en el cual se cortan las cañas en rodajas y se colocan en los *difusores,* que consisten en una serie de vasos de gran capacidad,

reunidos en número de ocho a doce y puestos en comunicación unos con otros por medio de tubos provistos de llaves que permiten regular la circulación del jugo, cuya salida de las celdillas en que está contenido la determina una corriente de agua que recorre alternativamente en uno y otro sentido la batería. Este procedimiento es el que se utiliza siempre en la fabricación del azúcar de remolacha, que en general difiere muy poco de la que nos ocupa.



Aparato de difusión: *e*, abertura para la introducción de las rodajas; *f*, abertura de salida de las rodajas y de entrada del agua; *f'*, salida del agua; *d* y *a*, difusores; *g*, tabiques de separación; *h* y *b*, tubos para que penetre el vapor.

A la extracción del jugo sigue su clarificación, que se practica por medio de la cal y constituye lo que científicamente se llama *defecación*, que es una de las operaciones más importantes de la fabricación del azúcar. Tiene por objeto separar del guarapo todas las materias extrañas que contenga y que podrían perjudicar a la calidad del azúcar y a su perfecta cristalización. Se verifi-

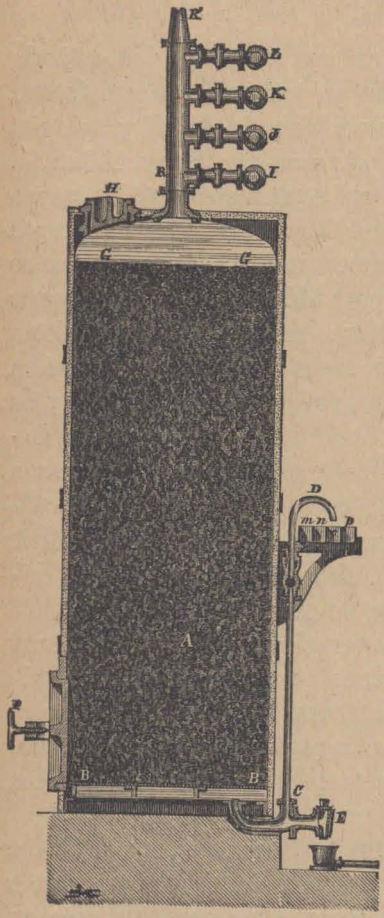
ca en tres grandes calderas de palastro o de cobre, calentadas a fuego directo o por medio del vapor de agua.

Se echa el jugo en una de ellas, denominada la *grande,* y cuando su temperatura empieza a elevarse se añade una lechada de cal y se agita el líquido, procurando que no llegue a hervir. Por la acción de la cal sepáranse de él las impurezas, reuniéndose en la superficie bajo la forma de compactas espumas llamadas *cachazas,* que se retiran con una espumadera. El jarabe se pone entonces transparente, aunque presenta cierta coloración; se deja luego reposar durante una hora en la caldera, previamente apagada, y se trasiega por medio de un sifón a la segunda, llamada la *limpieza,* donde experimenta una nueva depuración, pasando en seguida a la tercera caldera, o sea la *antorcha,* donde hay que añadirle más lechada de cal, siempre que su aspecto demuestre que todavía no está bien clarificado.

Terminada esta operación se procede a filtrar el jarabe, empleándose para ello el carbón animal, que no sólo absorbe la materia colorante, sino que además destruye la combinación de azúcar y de cal *(sacarato* y *glucosato)* que pudiera haberse formado por un exceso de esa base.

Al salir de los filtros todavía no está el jarabe en condiciones de cristalizar, siendo necesario *concentrarlo,* lo que se verifica generalmente en los aparatos de *triple efecto,* que realizan esa ope-

ración en el vacío, y donde el jarabe adquiere ya bastante consistencia. Para aumentar ésta y después de filtrarlo nuevamente, se le traslada a unas calderas que se llaman *tachos*, en las que se le da el *punto* indispensable para cristalizar, exigiendo tal operación sumo cuidado y mucha práctica por parte del obrero que la realice.

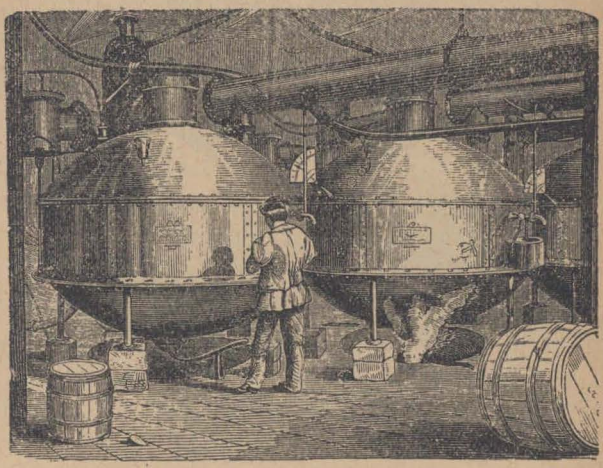


Filtro de carbón.

Casi cristalizado pasa el azúcar a la *máquina centrífuga* — capaz de dar mil doscientas vueltas por minuto—, y allí sufre la *turbinación*, mediante la cual se

le separa de la *miel de purga,* que no es susceptible de cristalizar.

Por mucho cuidado que se ponga en las operaciones que acabo de explicarte, el azúcar, al salir de la máquina centrífuga, contiene siempre una cantidad más o menos grande de miel de

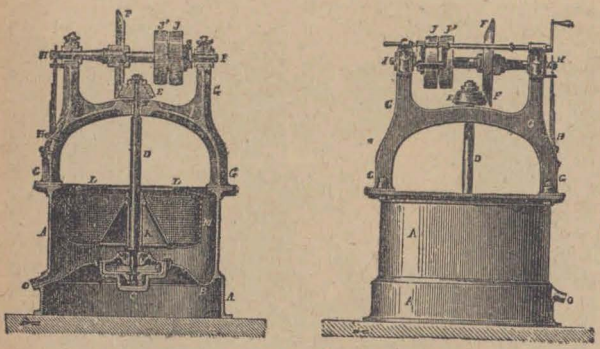


Calderas de concentración en el vacío.

purga y de substancias extrañas, siendo, por lo tanto, necesario someterlo a la *refinación,* que comprende : la *fundición del azúcar,* la *clarificación,* una *primera filtración simple,* una *segunda filtración descolorante,* el *cocimiento* o *punto,* el *relleno,* el *escurrimiento* o *destilación* y la *clari-*

ficación de los pilones por *levigación*, mediante una miel pura.

El azúcar que ha de refinarse se disuelve en agua, en la porción de dos kilos por litro, y se somete luego a las operaciones que acabo de citar, de las que sólo te hablaré de las tres últimas, pues



Máquinas centrífugas.

como ves, las otras son iguales o muy semejantes a las ya explicadas.

El *relleno* consiste en verter el jarabe, después de haberle dado por segunda vez el *punto*, en unos moldes cónicos de barro o de fundición, que tienen en su vértice un agujero al que se adapta un trozo de tela arrollada en cartucho, que se quita después para proceder al *escurrimiento* o *destilación* de la miel de purga, que se recoge en

vasijas o canales convenientemente dispuestos debajo de los moldes.

La *levigación* o *blanqueo por medio de la miel* se verifica separando las costras que se forman en la superficie de los moldes, y removiendo el azúcar con un cuchillo de forma especial; y luego, merced a una paleta circular, se comprimen de un modo uniforme los cristales. Por último, se vierte en los moldes una solución saturada de azúcar completamente descolorado.

En la superficie del azúcar tratado de este modo, se forma una costra dura y menos blanca que el resto de la pasta; se quita con cuidado, y cuando los pilones están suficientemente secos, se *guachapea*, es decir, se sacude ligeramente el molde para que se desprenda el pilón.

— El señor se olvida ya de que hemos de regresar a casa, de que ésta no se halla muy cerca y de que yo tengo que preparar la comida — se aventuró a decir Juana, que difícilmente se había contenido hasta entonces —. Cuando el señor empieza a dar explicaciones, no se acuerda ya de nada.

— Tienes razón, mujer — asintió con benevolencia Mr. Fignard —, y por mí no hay inconveniente en que nos volvamos, pues ya he dicho lo más importante sobre el azúcar y su fabricación, y supongo que Hugo estará satisfecho.

El niño se apresuró a declararlo así, mostrándose muy alegre y muy agradecido a las atencio-

nes del anciano, que tan agradables momentos le había hecho pasar con su provechosa lección.

Y entre jubilosos comentarios respecto a los incidentes ocurridos aquella hermosa mañana, los cuatro excursionistas tomaron el camino de la finca del sabio, donde Hugo y Remi comieron tan bien como habían almorzado.

VI

Minerales de plata.

— Mi primo ha traído para ti este paquete, Hugo. ¡Vaya una carta abultada!

— ¿Una carta para mí? Haga usted el favor de dármela pronto, señor Remi. ¿De quién podrá ser?...

Hugo rasgó febrilmente el sobre, mientras el mecánico lo contemplaba con impaciente curiosidad.

— ¡Ah! ¡Cuánto me alegro! — exclamó gozoso el niño, leyendo la firma.

La carta decía:

«Querido Hugo: Hace cuatro meses que no me escribes, y tu silencio me tiene muy disgustado. La última vez que recibí noticias tuyas, desde *el país de las camelias*, me decías que pronto debías embarcarte — acompañando a don Fermín — con

rumbo a Francia. Nada volví a saber; y ya temía que te hubiese ocurrido alguna desgracia, cuando hará unas seis semanas nos enteramos de la muerte del pobre don Fermín y de que su yerno se hallaba en Pamplona. Fuí a verlo con mis hermanos, y después de hablar largamente del inolvidable difunto, a quien mi familia debía grandes favores, nos contó complacido tus aventuras. Veo, querido Hugo, que llevas trazas de hacerte célebre, pues tu fama se va extendiendo por todas partes; y la verdad es que bien lo mereces, pues vales mucho, según afirman los que entienden de esto.

»Don Federico me dijo que entre los papeles que don Fermín tenía en su equipaje encontró esos apuntes, que debían ser tuyos; y me encargó que te los enviase, porque él estaba muy ocupado y no podía hacerlo.

»No me fué posible cumplir antes la comisión, por efecto de mi falta de salud. He tenido que guardar cama bastantes días, porque sigo tan delicado como antes; pero a pesar de ello trabajo siempre que me lo permiten, y gano ya muy buen jornal. Tampoco he perdido mi afición a leer y a estudiar, y cuando encuentro una ocasión propicia me entrego con el mayor encanto a tan delicioso entretenimiento.

»Una de las últimas veces que me has escrito, me ofreciste enviarme unas notas hablando de las arcillas, y como no las he recibido, te recuer-

do tu promesa y te ruego que si no te resulta demasiado trabajoso no dejes de cumplirla, pues me prestarás un gran favor.

»Por unos parientes de Villanueva de Gállego he sabido que tu tío Sidoro, aquel pillastre que tantos martirios te hizo padecer, había muerto de un ataque de alcoholismo, después de una agonía larga y penosa, y que a Marianica la prohijaron unos señores muy ricos que han pasado el verano en el pueblo y que se enteraron de las virtudes de la chiquilla — que ya recordarás era famosa entre los vecinos — y de las calamidades que sufría en su casa. Como ves, cada cual llevó su merecido. Dios es justo, y castiga o recompensa a quien lo merece.

»No sé si esta carta llegará a tus manos, pues como transcurrieron tantos días, tal vez no estés ya en Marsella o no vayas por el hotel adonde te la dirijo. Si la recibieras, contéstame pronto. De ti siempre se aprende algo bueno, y además no olvido las pruebas de amistad que me has dado, y mi cariño por ti es muy grande.

»Demetrio y Josefina te mandan sus más afectuosos recuerdos, y Carmelita, que ha crecido mucho y está muy mona, te abraza tan mimosamente como en los días que estabas con nosotros, y que no olvidará nunca tu mejor amigo. — *Roberto.*»

Hugo leyó con emoción la carta, que despertó en él un mundo de remembranzas. Sintió since-

ramente el triste fin del tío Sidoro, y se alegró de la suerte de la buena Marianica, a la que quería casi tanto como a Rosalba... Y preocupado con tales pensamientos, olvidóse de que Remi Blond lo contemplaba admirado y curioso. La voz del francés, que le interrogaba sobre el contenido de la carta, lo despertó de su ensueño.

— ¿Estaba usted ahí, señor Remi?—exclamó—. Usted dispense; ni siquiera me fijé. ¡Me distraje de tal modo pensando en mi vida!

—¿Pero qué papelotes son esos que te envían?—insistió el mecánico—. ¿Algún testamento?

— No, señor — rió el muchacho —; nada más que unos apuntes sobre minerales de plata.

— ¡Los minerales de plata! Bonito asunto. Me gustaría enterarme...

— Con mucho gusto le dejaría a usted las notas; pero están escritas en español. Si quiere usted que las lea yo, traduciéndolas...

— ¡Bravo! Eres un excelente mozo. Has tenido una idea soberbia... ¿Pero cuándo vas a realizarla?

— Ahora no puedo; tengo que fregar el comedor. Si viene Mme. Renata y ve que todavía no he empezado, es capaz de ahorcarme. Conozco muy bien el genio de su señora mamá... Pero hoy es domingo y nos dejará salir un poco; iremos al muelle, y sentados en un rincón leeremos a nuestro gusto. ¿Qué le parece a usted?

— Magnífico. Lo esencial es que acabes pronto,

y para eso te ayudaré. En diez minutos estará todo arreglado... ¿Dónde hay una tina? Dame jabón, arena, un cepillo...

— Sí, sí; tome usted, tome usted...

Y Remi, entusiasmado, empezó a fregotear con tal actividad y haciendo tales gestos y contorsiones, que parecía un loco.

Hugo, sin poder contenerse, reía cada vez con mayor gana, al verle sofocado y sudoroso, con los ojos brillantes y los desnudos brazos en desenfrenado movimiento; pero el mecánico, sin darse cuenta de la hilaridad que causaba, rompió a cantar estrepitosamente *La Marsellesa*, ajustando entonces el compás al movimiento de sus manos:

Allons, enfants de la patrie,
le jour de gloire est arrivé...

Su voz iba aumentando en intensidad y fuerza, convirtiéndose los cantos en verdaderos gritos, a los que acompañaban las risotadas de Hugo, el ruido que producían los cubos del agua al ser arrastrados violentamente, y el frotar de la arena y el cepillo sobre el suelo.

Cuando más grande era la algarabía, se presentó en la habitación la *tía Bigotes*... Su aspecto daba miedo. Sus ojos lanzaban llamaradas de rabia; sus labios se apretaban convulsivamente y sus dientes rechinaban... El joven y el niño callaron, sobrecogidos y temblorosos. Remi, de carác-

ter pusilámine y sumiso, dominado siempre por su madre, la temía de un modo exagerado y la respetaba además como un buen hijo, no habiendo jamás dejado de acatar sus órdenes, aunque éstas le parecieran injustas. Al ver que la viuda se acercaba, se levantó de un salto, y con la cabeza inclinada sobre el pecho, como si realmente fuese un culpable, escuchó con aire contrito la dura reprimenda de Mme. Renata, que le dijo, entre otras cosas, «que había perdido su dignidad al descender a los viles oficios de criado», y le mandó que se retirase inmediatamente de su presencia, si no quería que de un modo más expresivo le manifestase el enojo que le había causado su abominable conducta.

Después la *tía Bigotes* se dirigió hacia el pobre huésped, le agarró, enfurecida, por un brazo y empezó a golpearlo sin compasión.

— ¡Infame holgazán! — chillaba, redoblando sus golpes —; tú tienes la culpa de todo. Has venido a esta casa para convertirla en un infierno, y te has propuesto, además, arruinarnos. Pero vas a pagar caras tus maldades. ¡Lo juro a fe de Renata! Por de pronto estarás encerrado veinticuatro horas. No te vendrán mal la soledad y el ayuno, para que medites y te arrepientas. ¡Vamos, granuja! ¡En marcha!

Y arrastrándolo por una oreja, lo condujo a un zaquizamí del patio, donde el infeliz niño tenía un camastro que le servía de lecho.

Tendido sobre él, Hugo lloró con desconsuelo su triste suerte... Lloró largo rato, hasta que rendido por la fatiga y el hambre, se quedó profundamente dormido.

Despertó sobresaltado y se incorporó con toda su ligereza... Ante él estaba el señor Remi, que lo miraba compasivo. El señor Remi era muy bueno: un gigante con alma de niño.

— Mi madre ha salido — murmuró dulcemente — y aprovecho su ausencia para traerte este refrigerio, porque debes tener mucha debilidad... Toma: una ración de ternera, unos pasteles y un poco de vino... Ten paciencia, querido Hugo — añadió colocando las viandas sobre el camastro —. Esos genios violentos son temibles; pero tal vez no puedan remediarlo. Yo también me resigno, ya ves: estaba tan contento pensando en el paseo que íbamos a dar y en la lectura de aquellos interesantes apuntes, y sin embargo...

— Los apuntes podemos leerlos ahora — interrumpió vivamente Hugo, devorando la ternera—. ¿Los ha recogido usted?

— Sí, allá los tengo. Voy a buscarlos mientras tú acabas de comer.

Algunos minutos después, Hugo, sentado en un rincón del patio, cerca de Remi, que lo escuchaba atentamente, leía, traduciéndolos a un francés bastante aceptable, los famosos apuntes sobre los minerales de plata, que decían así: «Las especies minerales que contienen plata son muy

numerosas; pero sólo cuatro dan lugar a explotaciones: la *plata nativa,* la *plata sulfurada,* la *plata antimoniada sulfurada* y la *plata clorurada*. Las demás substancias argentíferas se hallan mezcladas con diversos minerales y se confunden con ellos en el tratamiento metalúrgico.

»En *estado nativo,* la plata se presenta, por lo regular, bajo forma dendrítica, y algunas veces en filamentos sueltos, muy delgados. Se la encuentra también en varios aluviones en pepitas o en masas voluminosas. Las minas del Perú han suministrado bloques de cuarenta, sesenta y cien kilogramos; y se citan masas mucho mayores todavía, halladas en diferentes lugares; pero estos hallazgos son rarísimos.

»La plata nativa pocas veces forma yacimientos independientes; por lo regular se presenta asociada a los sulfuros y a los cloruros de plata, lo mismo que a ciertos minerales de plomo y de cobre.

»Algunas rocas ferruginosas contienen de una a cuatro milésimas de plata, como los minerales argentíferos de Huelgoat, en Bretaña (Francia), llamados *tierras rojas,* y los de Chile y Méjico, que se designan con los nombres de *pacos* y de *colorados*.

»La *plata sulfurada* o *sulfuro de plata (argirosa)* constituye la mina argentífera más rica y abundante; es de un gris obscuro, parecido al color del plomo, y se la puede cortar con cuchi-

llo, carácter sumamente notable. En estado de pureza se compone de 87 partes de plata y 13 de azufre. Se la encuentra en filones o en masas en los terrenos de transición fracturados por la salida de rocas ígneas. Los yacimientos de sulfuro de plata más célebres en Europa son los de Hungría y de la Transilvania, siguiéndoles después en fama los de Sajonia, Noruega y Suecia. Sin embargo, donde se presenta con más abundancia este mineral es en América. Méjico y el Perú poseen inmensos depósitos que dan lugar a explotaciones muy lucrativas.

»La *plata antimoniada sulfurada (argiritrosa)*, llamada vulgarmente *plata roja*, es una substancia de un hermoso aspecto, de color casi siempre rojo, algunas veces translúcida, de fractura vítrea y brillante. Cuando es pura, encierra hasta 59 por 100 de plata. En América forma una parte importante de ciertos depósitos que son el origen de productos considerables. Su yacimiento más ordinario está subordinado a los de sulfuro de plata.

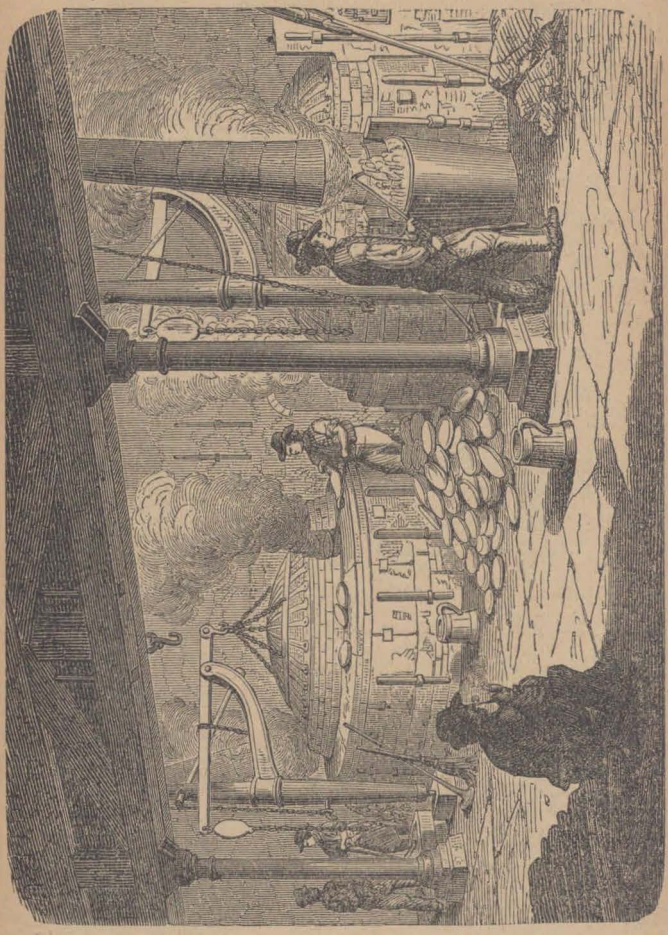
»La *plata clorurada* o *cloruro de plata (querargira)*, llamada también *plata córnea*, tiene un color blancuzco o acastañado. Se distingue por una semitransparencia especial y por una consistencia semejante a la de la cera. En estado de pureza contiene 75 partes de plata y 25 de cloro. Este mineral es muy raro en las minas argentíferas de Europa, y abunda mucho, por el contra-

rio, en diversas comarcas del Nuevo Mundo, espepecialmente en Méjico y el Perú.

»Se ha notado que cuando son puros, los minerales argentíferos encierran considerables proporciones de plata; pero no es lo corriente encontrarlos puros y aislados. Por lo general están mezclados con materias terrosas que les quitan una gran parte de su importancia. A veces es imposible reconocerlos a simple vista, y sólo con ayuda de operaciones químicas llega a probarse su naturaleza argentífera. Pero la plata es un metal demasiado precioso para que, sin reparar en trabajos, no se busquen todos los medios de extraerle de las substancias que la contengan, aunque sea en una escasa proporción. Se ve, por eso, que depósitos terrosos que apenas contienen plata, son, en muchas ocasiones, objeto de explotaciones ventajosas; porque generalmente no es la riqueza de los minerales, sino su abundancia y la facilidad con que se les puede extraer y tratar, lo que constituye la utilidad de las empresas.

»Por lo regular se emplean dos procedimientos para extraer la plata de las materias con que se halla combinada. El primero, poco seguido, consiste en fundir los minerales, convenientemente preparados, con cierta cantidad de plomo. En esta operación, el plomo, que tiene mucha afinidad con la plata, se une a ella y se desliza hasta el fondo del horno. Se obtiene así directamente un plomo argentífero que se oxida luego

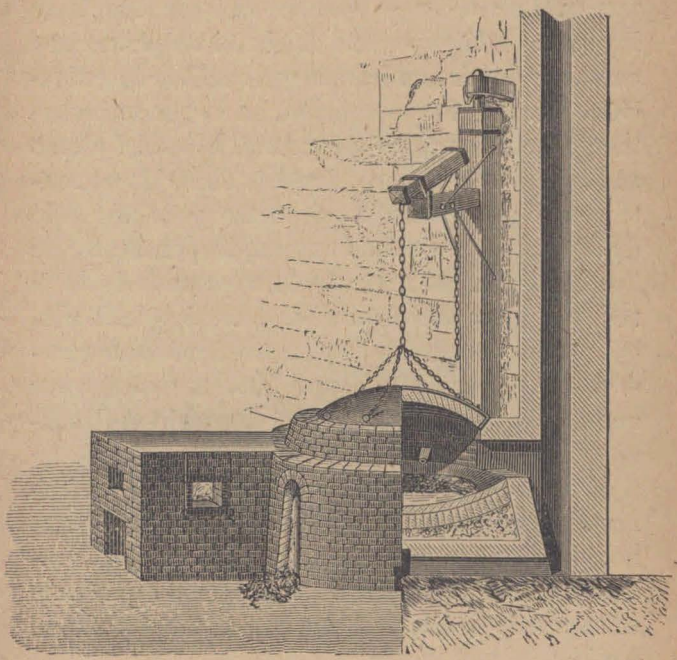
para extraer la plata. Este procedimiento, como



Hornos alemanes de copelación.

se ve, tiene por objeto acumular el metal que

se busca en el plomo, y retirarlo en seguida por medio de la copelación. La *copelación* está fundada en la propiedad que tiene el plomo fundido



Sección de un horno de copelar.

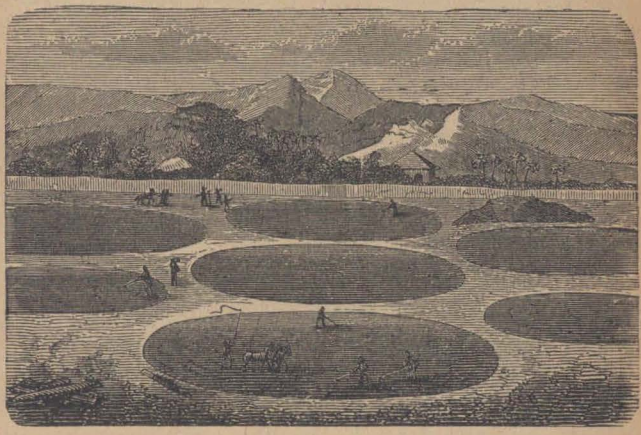
de oxidarse fácilmente, mientras que la plata no se oxida al contacto del aire seco. Esta operación se hace en un horno de reverbero, donde se halla colocada la copela, gran crisol compuesto

de materias refractarias. Los lingotes de plomo o *galápagos* se ponen en el referido crisol sobre un lecho de paja o de heno; se recubre el crisol con una bóveda móvil y se calienta después gradualmente. Las toberas de una máquina soplante inyectan en la superficie del baño de plomo una corriente de aire suficiente para activar la oxidación. Durante esta operación, en la que se invierten de treinta y cinco a cuarenta horas, el plomo se funde desde luego y después se oxida al contacto del aire, pasando así poco a poco al estado de *litargirio,* el cual es rechazado por el aire de los fuelles hacia una abertura por donde se le retira con ayuda de atizadores. Al finalizar la operación se observa en el baño un vivo resplandor que se llama *relámpago*. En este momento es cuando la última película del litargirio se desgarra y deja al descubierto el botón de plata.

»El segundo procedimiento, llamado *americano,* se ejecuta más en grande. No se utiliza el horno, pues se opera por *amalgamación*. Está fundado tal procedimiento en la propiedad que tiene el mercurio de disolver en frío la plata y unirse a ella.

»Cuando la mena argentífera está convenientemente pulverizada, se le añade un 2 ó 3 por 100 de sal marina, y durante muchos días se abandona la mezcla en una gran cuba. Se le agrega luego *magistral* (sulfato de cobre), próximamente de 1 a $1\,^1/_2$ por 100 del mineral, y se introduce

en la masa, poco a poco, el mercurio destinado a formar la amalgama. El todo se coloca en un patio embaldosado y durante muchos días se hacen correr sobre él caballos, para que la mezcla se una más, y cuando la masa ya se ha puesto gris, uniforme y globulosa, es que la amalgamación se ha efectuado.



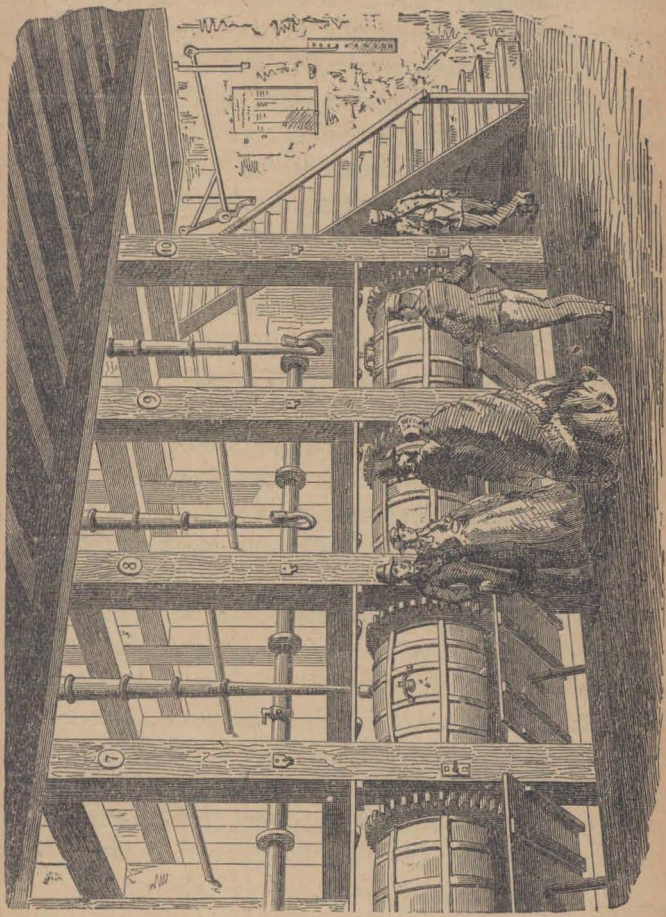
Amalgamación de las menas de plata en Salgado (Méjico).

»El éxito de esta operación exige, sobre todo, una cantidad conveniente de magistral, que comunica a la pasta cierto grado de temperatura. Si se pone demasiado, la masa resulta muy caliente; y si no se pone bastante, queda fría. De manera que es indispensable un punto termométrico que fije la proporción de magistral que hace falta emplear. La masa pastosa se somete en seguida a

un lavado que arrastra las partes terrosas, no quedando entonces más que la amalgama de plata, que se escurre en sacos de tela y se destila. En la destilación, el mercurio se volatiliza y la plata queda libre.

»Tal es el método de amalgamación por el procedimiento americano, en el que se pierde mucho mercurio. En Europa, y particularmente en Freiberg (Sajonia), se somete a la tostación en un horno de reverbero, añadiéndole cierta cantidad de cloruro de sodio o sal marina. Durante la tostación, la plata se apodera del cloro y se convierte en cloruro. El mineral se reduce después a un polvo tan fino como sea posible, polvo que se echa en unos toneles que se ponen en movimiento sobre un eje, por medio de una fuerza cualquiera. A la masa de las menas se le agrega un poco de agua y trozos de hierro forjado, que se destinan a reducir el cloruro de plata. Después de una hora de volteo se añade mercurio y se hacen girar de nuevo los toneles; y al cabo de diez y seis o diez y ocho horas de este movimiento de rotación, la operación está terminada. Se retira la amalgama de plata, se lava y se coloca en sacos de terliz, que se someten a una fuerte presión; una parte del mercurio sale a través de las mallas de la tela, y el resto se quita por la destilación. La plata así obtenida se presenta en forma de una masa finamente cribada, que se funde en el crisol y se moldea en lingotes.

»La plata pura es sonora y de una blancura



muy brillante. Pierde su brillo al contacto del

hidrógeno sulfurado, lo mismo que al de los huevos, porque esta substancia contiene un poco de azufre que se combina con la plata. Es un metal difícilmente atacable por los ácidos orgánicos, propiedad en que está basado su empleo en la economía doméstica. Después del oro es el más maleable y el más dúctil de todos los metales; se le puede reducir a hojas extraordinariamente delgadas y estirarle en hilos muy sutiles. Es el mejor conductor del calor y de la electricidad, y se funde a 1.000°. El ácido nítrico le ataca vivamente; el ácido sulfúrico le ataca en caliente, y el clorhídrico no le ataca, ni los álcalis potasa y sosa.

»La belleza y la inalterabilidad de la plata han hecho que en todos los tiempos fuese muy buscada; y en nuestros días se hacen también toda clase de vasijas y adornos preciosos.

»El principal uso de la plata es el de servir de signo representativo de la riqueza social y del valor de todos los productos. Las monedas de plata las constituye una aleación de 9 partes de este metal y 1 de cobre. Empleada en orfebrería, la plata se combina igualmente con el cobre en una proporción de un 10 por 100, con objeto de aumentar su dureza y su consistencia; porque puro este metal no conservaría mucho tiempo el modelado de las formas delicadas. Reducida a películas de suma tenuidad, la plata se aplica en frío sobre diferentes objetos, y unida al mercurio se extiende en caliente por la su-

perficie de otros metales. Pero la galvanoplastia ha venido a substituir con ventaja estos procedimientos.

»Presta, además, la plata otros muchos servicios de distinta naturaleza. Combinada con el ácido nítrico, se emplea en Cirugía para quemar ciertas excrecencias carnosas, lo que le ha valido el nombre de *piedra infernal;* y diversas combinaciones argentíferas entran en la fabricación de algunos explosivos.

»En España tenemos plata nativa en Guadalcanal, y argiritrosa en Hiendelaencina. Pero la totalidad de la plata que se recoge en Europa casi procede de Austria, Rusia, Suecia y Sajonia; producción insignificante, sin embargo, si se compara con la de Méjico, Perú, Argentina, Chile, etc., pues de América viene la mayor parte de la plata que circula en el comercio.»

Calló Hugo, fatigado; miró al francés, y doblando las cuartillas preguntó lentamente:

— ¿Qué le ha parecido a usted, señor Remi?

— ¡Cosa buena! —afirmó entusiasmado Blond. Muy instructivos y muy interesantes los tales apuntes. Otro día tendrás la bondad de dictármelos, pues deseo aprender bien todo eso. He pasado un rato delicioso escuchándote.

— ¡Oigo ruido, señor Remi! — interrumpió Hugo con espanto —. Será Mme. Renata, de seguro. ¡Váyase usted! ¡Váyase usted pronto, por Dios!

Y lo empujaba nerviosamente, reflejando en sus bellos ojos el terror que lo dominaba.

— No es mi madre, no, tranquilízate — respondió el mecánico escuchando atentamente —; pero tal vez no tarde mucho, y lo mejor es que nos separemos. Tengo que volver a encerrarte, mi pobre Hugo, aunque esto me produzca un gran pesar...

— Pues ande usted, que si me encontrara suelto... ¡Menuda zambra se armaba!

— ¡Cuánta paciencia necesitas, pobrecillo! Sólo tu bondad puede resistir tal suplicio.

— Yo lo sufro todo por usted, señor Remi, que ha sido siempre para mí tan cariñoso como un padre. Pero, ¡se lo suplico!, separémonos cuanto antes; porque si viene la *tía Bi...*, digo, la señora..., su señora mamá, no me deja un hueso entero.

Blond, sonriéndose, despidióse del niño, que se metió resignado en su zaquizamí. Allí volvió a pensar en la carta de Roberto, en la desgracia del tío Sidoro, en la suerte de Marianica... ¿Y el noble *Sultán?* ¿Y el mimoso *Canelo?* Nada le decían de los simpáticos animales. ¿Qué sería de ellos?... Y recordando sus hazañas, que nunca olvidaría, Hugo se quedó nuevamente dormido...

VII

Arcillas.

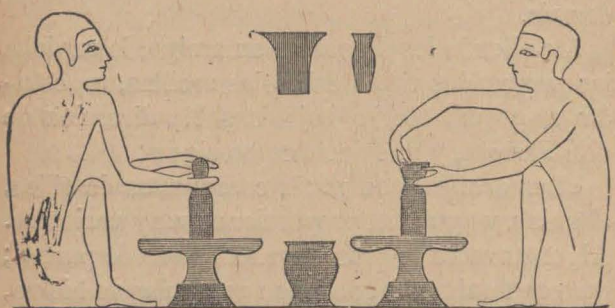
Pocos días después de recibir la carta de Roberto, Hugo la contestó largamente, aprovechando para ello las breves horas que le daban para dormir.

Atendiendo los deseos de su amigo, le enviaba las prometidas notas sobre las arcillas, un estudio muy útil, escrito bajo la sabia dirección de don Fermín, y que decía como sigue:

«Las *arcillas* son rocas compuestas de sílice, alúmina y agua, en proporciones muy variables. Algunas veces se presentan en estado de pureza; pero generalmente contienen partículas de hierro, de cuarzo, de mica, de magnesia y de caliza. Tienen un grano de tal finura, que resulta imposible apreciar su tenuidad; son, por lo regular, friables cuando están secas, y pastosas si se hallan húmedas. Su carácter distintivo es el de hacer casi siempre con el agua una masa más o menos tenaz, susceptible de tomar y conservar todas las formas que se le den. Sometida a la acción del calor, esta pasta pierde su agua, y sus moléculas se aproximan unas a otras, lo que produce en ella una disminución. Cuando la arcilla está co-

cida, se pone dura, sonora, frágil, áspera al tacto, el agua no ejerce ya sobre ella ninguna acción y pierde la propiedad de diluirla.

»Las arcillas se hallan muy esparcidas en la Naturaleza. Se las encuentra en capas estratificadas, desde el terreno carbonífero hasta los depósitos más recientes, alternando con las calizas y las materias arenosas. Deben especialmente su origen a la descomposición de las substancias



Alfareros egipcios trabajando en el torno.

feldespáticas que constituyen la base de la mayoría de las rocas de origen ígneo. Todavía se ven en nuestros días grandes masas de feldespato en vías de descomposición, transformarse gradualmente en arcilla, dando lugar a la formación del caolín, que sirve para hacer la porcelana.

»Las arcillas presentan en la Naturaleza gran número de variedades bajo el aspecto de su pu-

reza, de su finura y de su color. Unas, como la *arcilla plástica,* son infusibles; otras, por el contrario, contienen ciertas substancias que las hacen fusibles a una temperatura más o menos elevada. Su coloración roja, rojiza o amarillenta, se

Alfarería egipcia.

debe a diversos óxidos de hierro; y algunas veces que esta coloración es negruzca o grisácea, proviene de la descomposición de materias orgánicas.

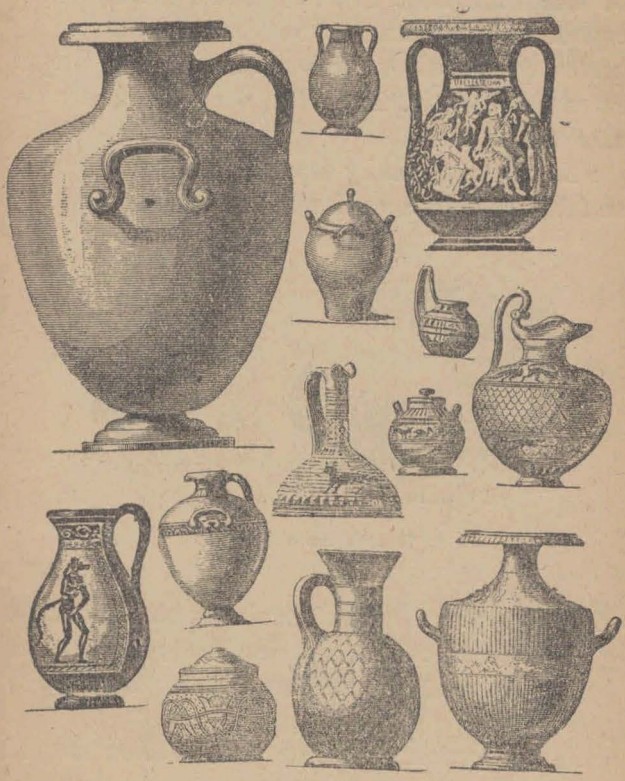
»Las arcillas impuras son muy abundantes en la superficie de la tierra. Se las encuentra casi siempre en los lechos de los ríos, y la mayor parte de las tierras laborables que se designan

ordinariamente con el nombre de tierras duras, contienen también alguna, unida a las arenas silíceas. En el interior de la tierra, las arcillas son, en general, muy puras, muy suaves; y por su impermeabilidad detienen las aguas que se filtran a través de las materias incoherentes, y las obligan a salir en forma de manantiales.

»La propiedad que tienen la mayoría de las arcillas (la *arcilla plástica)* de dejarse amasar y de obedecer a la mano del alfarero que las modela y las cuece, es uno de los más preciosos descubrimientos de que la industria humana ha sabido sacar partido. En efecto, desde la modesta escudilla del pobre hasta los brillantes servicios del rico; desde el barro más ordinario hasta la porcelana más fina, toda esta clase de vasijas, grandes o pequeñas, elegantes o humildes, provienen de arcillas diversas, cuya pasta, más o menos bien trabajada, ha sido sometida a la acción del fuego. A causa de su utilidad, el arte de la alfarería es sin duda el más antiguo de todos. Su origen, que se remonta a una edad remotísima, marca, en cierto modo, los primeros pasos de la civilización.

»Las arcillas comunes o impuras, y las margas mismas cuando no son demasiado califeras, pueden servir para la fabricación de objetos ordinarios, como tejas, ladrillos, etc.; pero cuando se quieren obtener ladrillos refractarios, propios para la construcción de altos hornos, se desechan las

arcillas que contengan potasa, sosa o cal, porque



Vasos de barro de la civilización griega.

estas substancias comunican a la masa una fusibilidad más o menos grande.

»En general todas las variedades de arcillas son propias para la alfarería ordinaria cuya cocción no exige un fuego demasiado fuerte. Deben exceptuarse únicamente las vasijas llamadas de asperón, que requieren arcillas refractarias; porque no recibiendo ningún barniz, necesitan una cocción más intensa.

»En varios países, y especialmente en España, se fabrican ciertas vasijas cuyo objeto esencial es

Vasos de barro romanos.

el de refrescar el agua. Denomínanse *alcarrazas*, y se fabrican con una arcilla ordinaria, que se hace porosa añadiéndole una gran cantidad de arena fina.

»Se cuecen ligeramente y no reciben ningún barniz, por lo cual dejan rezumar el agua, que esparcida en gotitas microscópicas por el exterior de las paredes, se evapora rápidamente. Luego, como todo líquido que pasa al estado gaseoso absorbe el calórico lentamente a expensas de los

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

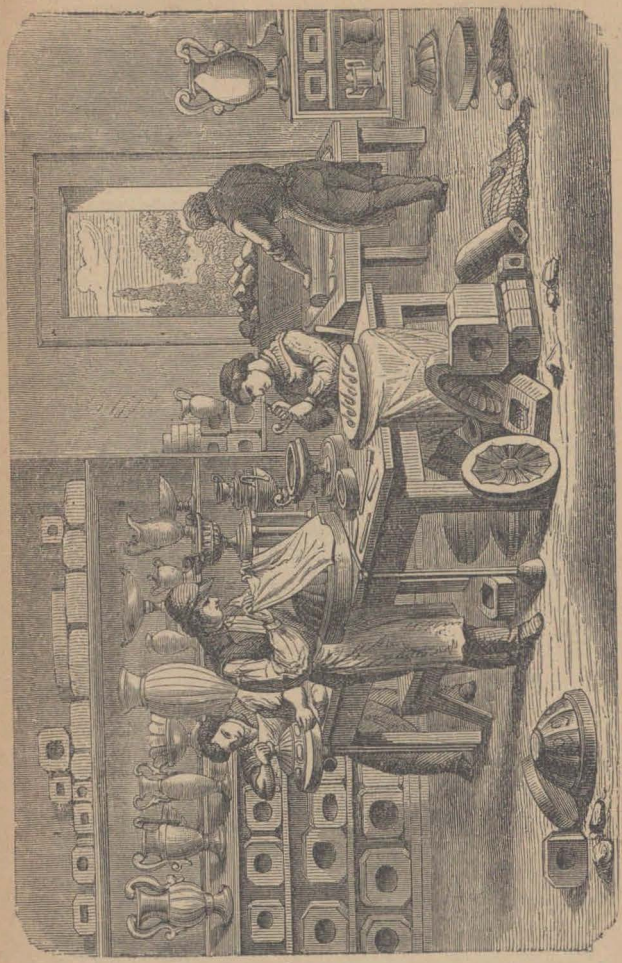
cuerpos que le rodean, resulta que el agua contenida en estas vasijas se enfría poco a poco y se mantiene a una temperatura de 10 a 15 y a veces a 20° más baja que la temperatura ambiente.

»Esta acción refrigerante del agua es mucho más sensible si las vasijas se exponen a una corriente de aire, porque siendo entonces más rápida la evaporación, el calórico absorbido es también más considerable.

»Las arcillas puras se destinan a la elaboración de vajillas de pasta blanca, opaca y sonora, conocidas con los nombres de *tierras de pipa, loza fina* o *loza inglesa,* porque esta fabricación tuvo su origen en Inglaterra, hacia fines del siglo XVI. En España se fabrica, especialmente en Sevilla y Cartagena.

»Los crisoles se hacen de una arcilla plástica muy refractaria, llamada *talque.*

»Muchas operaciones son necesarias para la preparación de las pastas cerámicas. Por lo regular, las arcillas se someten a un lavado que las libre de las partes más gruesas; luego se forma una pasta compacta y suave, a la que se agregan substancias desengrasantes, como son : materias silíceas, creta y huesos calcinados; todo lo cual se reduce a polvo antes de incorporarlo a la masa; viene despues el amasijo, que los obreros ejecutan con los pies; y por último, cuando la pasta está hecha, se la deja *pudrir,* durante varios meses, en cuevas húmedas. Realizada esta opera-



Modelado de los objetos de arcilla.

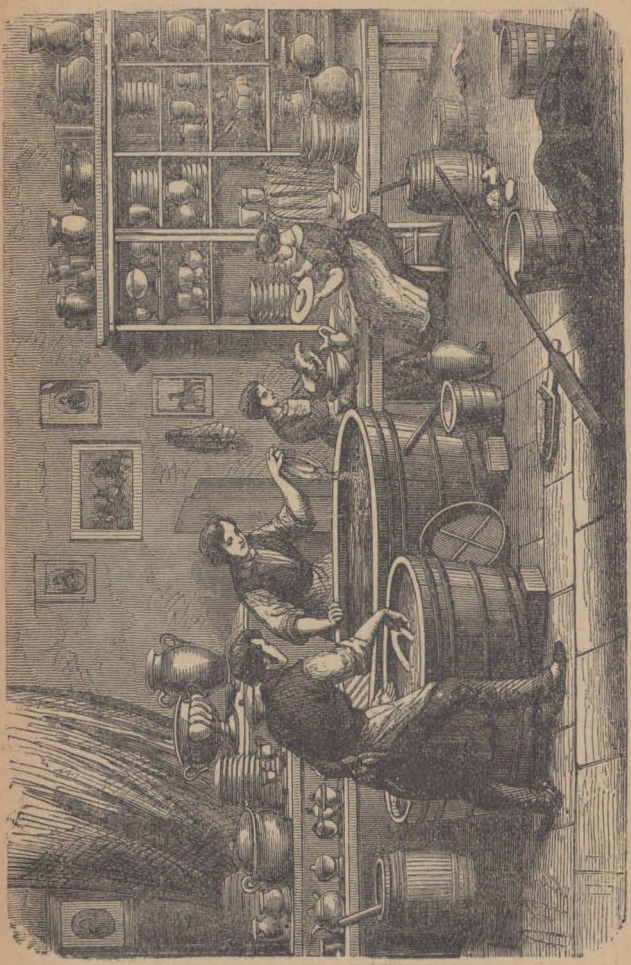
ción, sólo falta modelar las piezas con ayuda de moldes, dejarlas secar y cocerlas.

»Una de las mayores dificultades de la alfarería consiste en calcular bien la reducción de la pasta, para que el objeto sometido a la cocción no pierda nada de la regularidad y de la elegancia de la forma que ha recibido en el modelaje.

»La temperatura que necesita la cocción de las arcillas es muy variable; unas veces requieren un calor intenso, como para los objetos de porcelana, algunos de los cuales se cuecen muchas veces; otras sólo se calientan ligeramente, obteniéndose entonces productos porosos, absorbentes, que resisten perfectamente la acción del fuego y que son muy útiles para usos domésticos.

»Después de cocidos, los productos de alfarería se barnizan; porque la intervención del *barniz*, que también se llama *baño, vidriado* o *esmalte*, es necesaria para recubrir, ligar y destruir la porosidad de las pastas. La cocción de los barnices se opera a una temperatura más débil que la cocción de la arcilla.

»Los elementos de estos barnices los forman muchas substancias; pero lo que más suele emplearse es el feldespato, la piedra pómez y la sal marina. Para la alfarería ordinaria se usa generalmente la galena reducida a polvo, conocida con el nombre de *alquifol*. Para colorear los barnices, ya de un tinte uniforme, ya mezclado, se utilizan diversos óxidos metálicos.



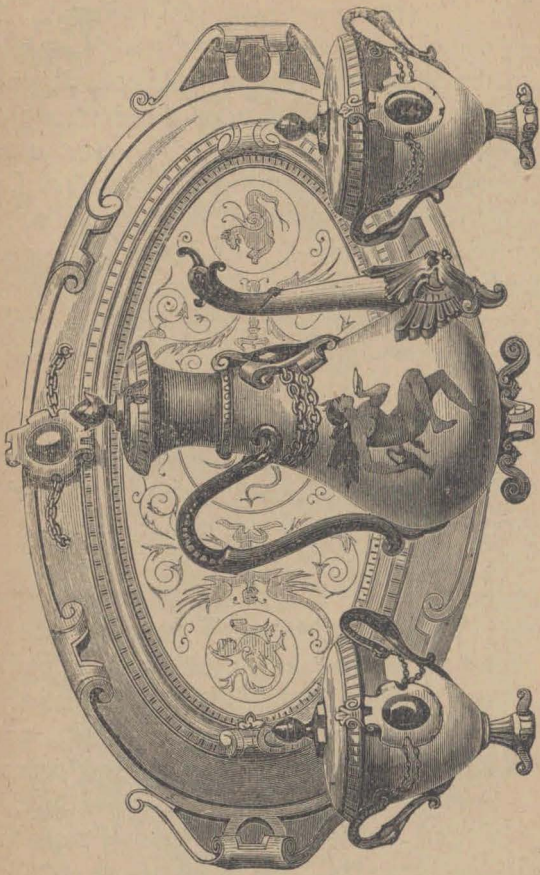
Vidriado de los objetos de arcilla.

»La *porcelana* procede de una arcilla particular, denominada *caolín*, y que resulta de la descomposición de ciertas variedades de feldespato. Es una substancia blanca o grisácea, friable, seca al tacto y que difícilmente forma pasta con el agua. Algunas veces encierra granos de cuarzo y de feldespato no alterado, que perjudican a la pasta, y de los que se le libra por medio de lavados. Las aguas turbias que resultan de estas lavaduras, y que se dejan depositar en recipientes adecuados, suministran una pasta fina y homogénea.

»Las aglomeraciones de caolín hállanse enclavadas en el terreno granítico. En España se encuentra de muy buena clase en la provincia de Toledo; y en Francia hay abundantes depósitos en el Limosin, sobre todo en los alrededores de Saint-Irieix, cerca de Limoges, siendo tal caolín el que se emplea en las famosas manufacturas de Sèvres.

»La porcelana se fabrica, poco más o menos, como la demás alfarería; pero su pasta, libre de toda impureza, se amasa con más cuidado, reclamando también mayor delicadeza en la preparación del modelaje y, sobre todo, una cocción más intensa. La porcelana se cuela en moldes de yeso, substancia que absorbe poco a poco el líquido diluyente; así pueden fabricarse una multitud de objetos de fantasía que ofrecen los detalles más minuciosos, las figuras más delicadas y más caprichosas, como, por ejemplo, estatuitas, de

las cuales los trajes, los bordados, los encajes y

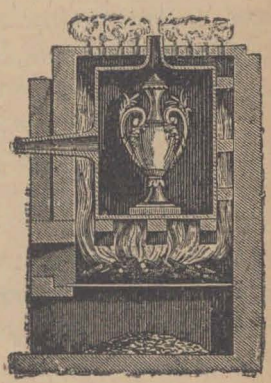


Un servicio de porcelana.

las cintas son reproducidos con rara perfección.

»El barniz de la porcelana consiste en feldespato no alterado, pulverizado y diluído en agua. Cuando los objetos de porcelana han sufrido una cocción conveniente, se les sumerge en esta agua que tiene en suspensión el feldespato reducido a polvo; se los vuelve luego al horno, y la acción del calor, vitrificando el feldespato, da origen a un esmalte duro, brillante y untuoso.

»El dorado y la pintura de la porcelana son objeto de cuidados y procedimientos especiales. Los colores se extraen de distintos óxidos de cobre, de cromo, de magnesio, etc., y la intervención del calor es muy necesaria para fijarlos. Las porcelanas más notables son, indudablemente, las de Sèvres, donde se fabrican verdaderas maravillas en este género.



Fijación de la pintura sobre porcelana en la mufla.

»Se llama *arcilla esméctica* o *tierra de bataneros* una arcilla de un gris verdoso, muy hidratada, y que casi siempre contiene un poco de cal, de magnesia y de óxido de hierro; es poco fusible, suave al tacto, y se diluye fácilmente en el agua, a la que pone más o menos jabonosa, pero sin formar una pasta de-

masiado dúctil. Por esta razón se emplea en los batanes, sirviendo para quitar a los paños el aceite de que se impregna la lana para hilarla y tejerla más fácilmente. Las piezas de paño colócanse, con la arcilla esméctica, en pilas llenas de agua, donde se las abatana hasta que, por capilaridad, la arcilla se apodera del cuerpo graso.

»La *piedra de quitar manchas* o *greda* es también una arcilla esméctica, algo calífera, y se emplea ya sola, ya mezclada con un poco de sosa, que le da la propiedad de reavivar los colores de las telas. Para utilizar esta substancia, basta mojarla en agua y frotar después la tela manchada: resulta una capa terrosa que se deja secar y que luego se hace desaparecer con un cepillo. La materia grasa desaparece también, absorbida por la arcilla.

»Dase el nombre de *ocres* a las arcillas intensamente coloreadas por substancias ferruginosas. Cuando el óxido de hierro que contienen es anhidro (oligisto) son *rojos*, como la *sanguina*, y *amarillos* si el óxido es hidratado (limonita); pero estos últimos, después de calcinados, se ponen de un color encarnado más o menos obscuro.

»Se hace un gran consumo de ocres para la preparación de los colores destinados a las pinturas a la cola, al temple y algunas veces al óleo.

»La variedad llamada *sanguina* es también muy usada por los carpinteros para señalar los puntos por donde han de aserrar la madera.

»Los lápices rojos que se utilizan para dibujar, se fabrican con ocres lavados y aglutinados luego por medio de una mezcla de goma arábiga y cola de pescado.»

Aquí terminaban los famosos apuntes sobre las arcillas, que tanto gustaron a Roberto y a cuantas personas tuvieron ocasión de leerlos, encontrándolos todos muy interesantes e instructivos. Hugo recibió por ello muchos y calurosos elogios de su amiguito, que ya lo consideraba como a un pequeño sabio.

VIII

Barlovento.

Hacía dos semanas que a *Barlovento,* el simpático grumete, le habían dado de alta en el hospital, y su situación hubiera sido en extremo penosa sin el auxilio de Hugo, que, a escondidas de la *tía Bigotes,* compartía con él su escaso y poco nutritivo sustento, lo mismo que su miserable lecho. Contaba el huérfano para realizar aquella generosa protección, con la complicidad del buen Remi, que ayudaba también algo al marinerillo, el cual, gracias a esto, iba sosteniéndose hasta que arribase la esperada *Montserrat,* que por haber sufrido importantes averías en su

último viaje y estar sujeta a complicadas reparaciones, no había vuelto a Marsella.

Era *Barlovento* un muchacho de diez y seis años, fuerte, sanote y alegre como el mismo júbilo; de inteligencia clara y de hermoso corazón; pero tan travieso, burlón e irreflexivo, que sus diabluras le habían hecho temible, conquistándole una fama que no tenía mucho qué envidiar.

Seis años antes, en un viaje que hizo la *Montserrat* a Cádiz, el capitán Perojo conoció a un pilluelo de la Caleta, un chicuelo de diez años, cuya viveza y desparpajo le cautivaron. El chiquillo, que se llamaba Julio Martí, acababa de perder a su madre, y careciendo de otros parientes, quedaba completamente desamparado. El marino se compadeció de su orfandad y lo llevó a bordo, bautizándole con el sobrenombre de *Barlovento*. Desde entonces el rapaz no abandonó la goleta, donde pronto se hizo querer de todos por su gracia y su destreza, aunque sus muchas travesuras le valían frecuentemente reprimendas y castigos. Pero *Barlovento* no escarmentaba, y una de sus acostumbradas locuras fué la causa del grave accidente que le obligó a quedar en Marsella y separarse de su querido barco y de sus buenos camaradas, por los que sentía gran afecto, y sin los cuales no se acostumbraba ya. Se comprenderá, por tal razón, la impaciencia con que esperaría la *Montserrat* y el deseo que tendría de volver a embarcarse.

Quince días llevaba de tal espera, cuando se declaró en la hermosa ciudad francesa una huelga general, y Hugo se quedó sin trabajo. Y como esta situación se prolongase más tiempo del que podía suponerse, la *tía Bigotes* resolvió echar al niño de su casa, y así se lo comunicó, no obstante las protestas de Remi, que hasta se atrevió a censurar su odioso proceder. Pero Renata era terca y mala, y no quiso atender las razones ni las súplicas de su hijo.

— Mañana mismo te vas — ordenó al desconsolado Hugo —. Yo no puedo mantener vagabundos. Bastante nos has arruinado ya con tu insaciable apetito... Por esta noche duerme en el cuarto que te presté, bien generosamente, por cierto; pero al amanecer dejas esta casa para no volver más a ella, ¿entiendes? Porque si llego a verte por aquí, puedes contarte con los difuntos. No lo olvides.

Hugo, muy afligido, se despidió del mecánico — no menos triste que él —, a quien dejó como recuerdo algunos de los libros heredados de don Fermín; y lloroso y cabizbajo se retiró a su cuchitril. Allí encontró a *Barlovento*, al que contó lo que sucedía.

— Pues somos hombres al agua, *camará* — expresó el grumete —, porque en la goleta no hay que pensar. Esta tarde encontré en el muelle a un marinero español, tripulante de un bergantín que ha llegado ayer de Barcelona, y me ha dicho

que la *Montserrat* tiene aún reparaciones lo menos para dos meses. Conque echa la cuenta: aquí no hay trazas de que encontremos trabajo, y como sin comer no creo yo que pueda vivir nadie...

— Yo tengo veintiocho francos, de los cincuenta que me dió don Federico — interrumpió Hugo.

— ¡A mucho nos llegarían! ¿Y después que se acabasen?... Nada, chico; lo que debemos hacer es largarnos inmediatamente de este pueblo. Así, no sólo buscaremos la vida, sino que veremos mundo, y esto es muy agradable, ¿no te parece? Ya te diré adónde podremos ir; acaba de ocurrírseme ahora mismito, y creo que es una idea feliz. Pero ya te contaré... Antes quiero vengarme de esa bruja maldita, de esa *tía Veneno*, o como se llame. ¡Echarte así de su casa! Me las pagará, te lo aseguro. Oye: ve preparando tu equipaje, que yo vuelvo en seguida.

Y sin atender a las preguntas ni escuchar las advertencias de su amigo, *Barlovento* salió del zaquizamí.

Media hora después volvió con un gran envoltorio, y con aire de triunfo y picaresca sonrisa, exclamó dirigiéndose a Hugo, que lo miraba con asombro:

— ¡Ya estoy vengado!

Y desenvolviendo luego el paquete, sacó medio jamón, una hogaza de pan, una caja de galletas y una botella de vino.

— ¿Qué has hecho? — gritó indignado Hugo, adivinando la procedencia de aquellas viandas.

— Pues nada de particular, chiquillo — contestó tranquilamente Julio —: preparar la merienda que esa *tía Veneno,* esa arpía aborrecible, no ha querido darte, como era su obligación. ¿Crees que se puede hacer un viaje largo sin llevar algunas vituallas, cuando se cuenta con tan poco dinero como nosotros?

Fué en vano que Hugo le reprendiese, amonestándole para que volviese aquellas provisiones al lugar de donde las había cogido; *Barlovento* se negó rotundamente, alegando que la *tía Bigotes* merecía bien tal castigo, y que además él había pasado gran trabajo en sacarlas de la despensa, que, lo mismo que la cocina, estaban en el patio, adonde tuvo que entrar por un estrecho y alto ventanillo, al que nadie se hubiera atrevido a subir; que ya sabía que eso estaba muy mal hecho, lo mismo que el haber llenado de carbón una cofia de Renata, que casualmente había encontrado en la cocina, en la que también estuvo; pero que una bruja como ella no era digna de consideraciones.

Aunque no convencido, el noble Hugo vióse forzado a aceptar semejantes argumentos y a consentir que el grumete se quedase con las viandas. Y antes de amanecer, llevando éste su apetitoso envoltorio y nuestro héroe su maleta, dejaron la casa del buen Remi Blond, donde el huérfano

... se dirigieron a las afueras de Marsella.

había sufrido tanto, y se dirigieron a las afueras de Marsella.

IX

En peligro.

Rendidos de hambre y de cansancio, llegaron a Barcelonnette. Habían hecho casi todo el viaje a pie y alimentándose muy escasamente. De Marsella habíanse dirigido a Brignolles, de allí a Draguignan, a Castellane, a Digne y por último a Barcelonnette, donde resolvieron descansar unas horas.

La fatiga y la falta de recursos teníales desesperados. De los veintiocho francos de Hugo no había ya más que dos... El huérfano propuso varias veces a su acompañante que se quedaran en cualquiera de los pueblos franceses que habían cruzado, en los que tal vez no les fuera difícil encontrar una ocupación que les permitiera vivir, en espera de mejor suerte; pero *Barlovento*, que tenía su plan y era muy testarudo, no quiso escuchar los consejos de su amigo. Era, según él, una locura no continuar. Si lograban llegar a Saluzzo, en Italia, tendrían cuanto quisieran, pues allí vivía el signor Giovanni Spruzzaglia, rico negociante que había hecho un viaje en la *Montserrat* y a quien el grumete salvó la vida con peligro de la suya. El signor Spruzza-

glia, muy agradecido, aseguró que jamás olvidaría tan generosa acción y que deseaba demostrarlo así en todas las ocasiones que se le presentasen. ¿Y qué mejor ocasión que aquella para que el italiano expresase la gratitud que sentía por el pilluelo? ¿No había jurado que siempre le encontraría, en cualquier momento que le buscase? Pues entonces... Nada, que no había que desanimarse; un poquito más y estaban salvados. Se internarían en el Monte Vizo, y no muy lejos encontrarían a Saluzzo... Además, el encanto de viajar, de ver tantos pueblos, de experimentar tan diversas sensaciones, no podía pagarse con nada. Así también se aprendía...

Hugo se convenció; y como en el fondo no le disgustaba ver mundo, siguió contento al grumete, empujado siempre por el Destino, que lo alejaba cada vez más de su querida Rosalba.

En Barcelonnette gastaron en provisiones los dos únicos francos que les quedaban; y después de reposar unas horas, emprendieron de nuevo su caminata.

Era una tarde fría y lluviosa del mes de enero. Hugo, cargado con su inseparable y pesada maleta, marchaba fatigosamente. *Barlovento* llevaba el paquete de las provisiones, que no eran tantas ni tan sabrosas como las que había recogido en casa de la *tía Bigotes*, pues se reducían a pan, queso y un poco de cecina, y avanzaba silbando una canción marinera.

— Creo que hemos hecho mal en ponernos en camino a estas horas, Julio — manifestó el huérfano —. Está anocheciendo y no sé dónde ni cómo vamos a pasar la noche, con este frío y con la lluvia que nos cala. Te digo que si no estuviéramos tan lejos, era preferible volver a Barcelonnette.

— ¿Tienes miedo, chiquitín? — interrogó desdeñosamente el muchacho.

— Miedo, no; pero comprendo que puede ocurrirnos algo...

— ¡Bah! Avante, avante, *camará*, y no dejarse vencer por el *canguelo*.

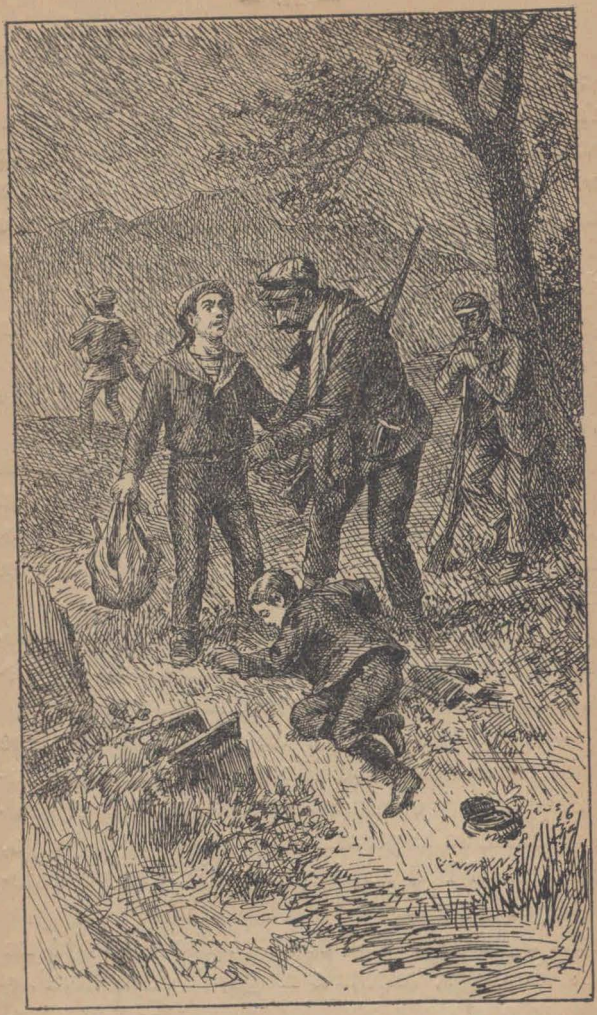
Y empezó a silbar con más fuerza que antes.

No habían andado cien pasos, cuando vieron salir de la maleza tres hombres de feroz aspecto, armados de escopetas, que les dieron el alto y les exigieron cuanto llevaban.

— ¡Huy! ¡Viento contrario! — exclamó *Barlovento*, repuesto instantáneamente de su sorpresa —. Pero lucharemos, ¿verdad, Hugo?

— Antes que entregar mi querida maleta, me dejo matar — contestó el niño, apretándola contra su pecho y echando a correr cuanto sus débiles piernas se lo permitían —. ¿No te lo decía yo, *Barlovento*? Fué una imprudencia, una verdadera imprudencia...

En aquel momento sonó un tiro y se oyó un grito de dolor, mientras Hugo, de cuyo hombro izquierdo manaba abundante sangre, caía pesadamente sobre el enlodado suelo.



¿Qué suerte estaría reservada al pobre Hugo y a su generoso compañero?

El grumete se acercó presuroso a él y lo recogió en sus brazos.

—No está muerto —murmuró examinándolo—, pero se ha desmayado el pobrecillo. Si le hubiera hecho caso... No obstante, nos salvaremos; ¡vaya si nos salvaremos!

E intentó escapar; pero de pronto se vió rodeado por los tres malhechores, que se lanzaron sobre él y empezaron a registrarlo febrilmente, amenazándole con matarlo si se movía.

Y entretanto la lluvia arreciaba y las sombras iban envolviendo aquel triste cuadro.

¿Qué suerte estaría reservada al pobre Hugo y a su generoso compañero?...

FIN DE «DE MARSELLA A LOS ALPES»

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

BIBLIOTECA NACIONAL
DE MAESTROS

ÍNDICE

Páginas.

I.—Hugo, mecánico..... 5
II.—Máquinas..... 11
III.—Granito..... 34
IV.—Manantiales..... 42
V.—Azúcar y su fabricación..... 61
VI.—Minerales de plata..... 76
VII.—Arcillas..... 95
VIII.—Barlovento..... 109
IX.—En peligro..... 115

Biblioteca Científica Recreativa.

Forma una preciosa colección, en la que se explican en forma clara y sencilla las leyes y fenómenos de la Naturaleza, así como todos los principios científicos que informan las ciencias exactas, físicas, químicas y naturales, con sus aplicaciones a la industria, a las artes y a todos los adelantos modernos. Todo ello expuesto de una manera amena e interesante, que estimula el interés de los lectores por aprenderlo, y facilita a la memoria los medios de retener y reproducir los conocimientos adquiridos. Los cuarenta y dos tomos primeros contienen las siguientes materias:

1.—Las fuerzas físicas.
2.—Los fantasmas de la imaginación.
3.—Los medios de destrucción.
4.—Historia de un rayo de sol.
5.—Habitabilidad de los astros.
6.—El sonido.
7.—Mi casa (historia familiar de mi cuerpo).
8.—La vida de un tallo de hierba.
9.—Las metamorfosis de los insectos.
10.—El vapor y sus maravillas.
11.—Historia de un pedazo de carbón.
12.—Historia de un pedazo de vidrio.
13.—Las grandes pescas.

14.—Historia de un grano de sal.
15.—El mundo antes del Diluvio.
16.—Viaje por debajo de las olas.
17.—Curiosidades.
18.—Los monstruos invisibles.
19.—Los secretos de la playa.
20.—El fondo del Océano.
21.—Los grandes fenómenos de la Naturaleza.
22.—La chispa eléctrica.
23.—Historia de un pliego de papel.
24.—Los globos y los viajes aéreos.
25 y 26.—Las habitaciones maravillosas (dos tomos).
27.—La inteligencia de las aves y de los mamíferos.
28.—La Luna.
29.—El Sol.
30.—Los misterios de una bujía.
31.—El mundo subterráneo.
32.—Las grandes cacerías.
33.—La inteligencia de los peces.
34.—El hierro.
35.—La lluvia y el buen tiempo.
36.—La Hidráulica.
37.—La fuerza y la destreza del hombre.
38.—El genio de las bellas artes.
39.—Viajes de una gota de agua.
40.—El mundo de los vegetales.
41.—Los artistas en el reino de Flora.—Esta obrita no tiene grabados, pero es de las más curiosas e interesantes, como puede verse por este extracto del índice: El acróbata.—Los mineros.—El arquitecto proletario.—Trabajadores submarinos.—El esmaltador.—Los violinistas, etc., etc.
42.—El pez de madera.

Después de estos cuarenta y dos tomos, da principio una nueva serie de obritas de la misma índole, escritas por

Sarah Lorenzana, de las que van publicadas hasta ahora las siguientes, con el título

Las aventuras de Hugo

I.—El primer vuelo (tomo 43 de la Biblioteca).
II.—En el Palacio de las Golondrinas (44).
III.—El tío Sidoro (45).
IV.—Camino de un vergel (46).
V.—El país de las Camelias (47).
VI.—A bordo de la «Montserrat» (48).
VII.—De Marsella a los Alpes (49).

El primero trata de *El café y su empleo, Los mamíferos, El fósforo, su descubrimiento, obtención y usos; La electricidad y sus aplicaciones* y *Germinación y desarrollo de las plantas.*

En el segundo se leen no menos interesantes y amenas conferencias acerca de *Las aves, La cerveza, Los cereales, Galvanoplastia, Fabricación del pan, Substancias amiláceas* y *Magnetismo.*

El tercero, con las hermosas vicisitudes de la vida de Hugo, que encierran grandes lecciones de moral, describe la *Fabricación del papel, Los reptiles, El rayo, Composición de la tierra vegetal, Clasificación de las tierras, Minerales de cobre* y *Agentes naturales de la vegetación.*

No menos interesante es el cuarto, que trata de las *Propiedades físicas y composición química de los minerales, Yacimientos metalíferos y sus indicios positivos y negativos, Cómo se hace una mina* y por último *El zinc.*

En el quinto, después de dar a conocer la nombradía y fama de Hugo y sus relaciones con ilustres personas, se trata de la *Teoría de la formación de la Tierra, Fósiles, Geognosia, Cuarzo, Piedras finas* y *Piedras preciosas.*

En el sexto tomo no decae el interés por el porvenir de Hugo, y a vueltas de sus vicisitudes, se trata de las *Mareas*, *Corrientes*, *Principio de los cuerpos flotantes*, *El océano*, *El mercurio*, *Los vientos*, *Las trombas* y *Los volcanes*.

El séptimo tomo no desmerece de los anteriores, pues los sucesos de la vida de Hugo no son menos interesantes, y en materia de conocimientos útiles se trata con la amenidad habitual de *Máquinas*, *Granito*, *Manantiales*, *Azúcar y su fabricación*, *Minerales de plata* y *Arcillas*.

Está en prensa el octavo volumen (que será el quincuagésimo de la Biblioteca), con el título

Las aventuras de Hugo

RONDINELLA

y en preparación el noveno (quincuagésimo primero de la Biblioteca), que se titula

Las aventuras de Hugo

EL DOCTOR WONDERFUL

Después seguirán otros con los pintorescos viajes en que Hugo irá aprendiendo las maravillas de la Naturaleza y los progresos rápidos y crecientes en la industria, en las artes y en la vida de la Humanidad.

La Biblioteca Científica Recreativa mereció desde el principio de su publicación la más entusiasta y favorable acogida, no solamente en España, sino en todos los países del mundo donde se habla el idioma castellano. Las obras que la forman son altamente instructivas, amenas y bien

presentadas, lo que las hace utilísimas para premios a los niños, que hallarán en ellas lecturas entretenidas y agradables, pero no frívolas ni pasajeras.

Precio de cada tomo de esta Biblioteca, con elegante encuadernación en tela, **1,50** pesetas ejemplar; y en cartoné, con precioso cromo alegórico, **1** peseta.

Pídase a los señores

PERLADO, PÁEZ Y C.ª, SUCESORES DE HERNANDO

Arenal, 11, Madrid.

SUCESORES DE HERNANDO

CASA FUNDADA EN 1828.

MADRID

LIT. E FERNANDEZ Glz DE CÓRDOBA Nº 17 - MADRID